Scientific Repts.
U.S.F.W.S. LIBRARY
APR 14 1959
FISH & WILDLIFE SERVICE

FEBRUARY 1959

SCIENTIFIC REPORTS OF THE HOKKAIDO SALMON HATCHERY

No. 13

北海道さけ・ます・ふ化場研究報告

第十三号

水産庁

北海道さけ・ます・ふ化場

札幌市外中の島

HOKKAIDO SALMON HATCHERY

Nakanoshima, Sapporo,

Hokkaido, Japan

北海道さけ・ます・ふ化場研究報告　第13号

目　　次

ウロコによるサケの年齢決定に関する一知見……小林哲夫（1）

北太平洋に於けるカラフトマスの成長と成熟に
関する二三の知見……大久保正一（11）

鮭の人工ふ化における卵数及び稚魚数の推定と
その精度について……坂野栄市（23）

サケの発生におけるケトエノール分泌胞と胚組織
との関係（予報）……委嘱西田秀夫（29）

ヒメマスの研究—I．十和田湖のヒメマスについて……徳井利信（35）

十和田湖に棲息している魚類……疋田豊彦・谷口定利（45）

鮭鱒稚魚の標識放流試験（Ⅳ）．鮭標識
魚の再捕結果（昭和32年度）……坂野栄市・三浦厳（49）

北海道支笏湖に於ける動物プランクトンの
垂直分布の季節的変化……黒萩尚・佐々木正三（51）

ウロコによるサケの年齢決定に関する一知見

小　林　哲　夫

Age Determination of Chum Salmon in the Northern Pacific Ocean during the Early Parts of Fishing Season.

Tetsuo KOBAYASHI

The age of chum salmon, *Oncorhynchus keta*, has been determined basing on the resting zone (annulus, winter zone) in the scale. Generally, so-called resting zone is formed during the winter. However, Gildert (1922) has suggested that the resting zone might not be formed absolutely during the winter and so in the early part of the run of the Yukon River a real difficulty might arise in determining age by using the resting zone.

A similar evidence was observed by the author in samples collected in Northern Pacific Ocean during the season from May to the early part of June, 1956.

The results, so far as the above samples are concerned, indicate that many individuals examined commence no new growth of the year, some likely forming resting zone in the margin of scale, and the other showing the new growth of the year, which is formed by 1～4 circuli outside the resting zone. When the age of such individuals is determined by the scale it might happen that in spite of the similar scale structure of the above types the former is read younger than the latter by one year. For example, though the fish which commences no new growth of the year and shows 3 resting zones and 6 or more circuli in last growth zone (L. G. Z.) shall be generally regarded as the 4 year old fish it should be the 5 year old fish according to the present examination.

Therefore, in determining the age of chum salmon in the Northern Pacific Ocean during the season from May to the early part of June, it should be taken into account of the number of circuli in last growth zone as well as the number of resting zone and width of circuli in last growth zone (Kubo 1949).

サケ（*Oncorhynchus keta*）のウロコによる年齢決定はその休止帯（Resting zone）を基準としておこなわれる。そして通常，その休止帯は各種の要因によつて起る所の冬季の成長の停滞によつて生じ，従つて成長帯（Growth zone）は夏季に形成されるものと考えられている。しかしその休止帯の形成の根本的機構は未だ充分明らかにされておらず，又休止帯，成長帯の形成の時期的な関係についても明らかでない。

元来，休止帯そのものは Circuli 間隔の粗密の度合によつて識別されるため，新らしい成長が始まる前後の時期においては，そのウロコの外縁に形成される最後の休止帯の識別は更に困難となる可能性が大きい。その結果としてその様な時期の魚は実際の年齢より1年少く推定されるおそれが知られるであろう。Gilbert (1922)は既にその報告に北部アラスカの Yukon R. に遡上産卵する初期（6月）のサケの魚群にその様な危険性のある

北海道さけ・ます・ふ化場研究業績　第141号

事を指摘している。筆者は予備的な観察の結果，北太平洋のサケにおいても漁業の初期（5月～6月初め）の魚群の場合に亦この様な現象の現れる事の可能性の大きい事を知つたので，本研究において大量の標本に対して統計的処理と生物学的考察を行い，その機構の究明を試みた。

この研究に用いられた材料は日米加漁業条約に基いて水産庁が行つている北太平洋サケ・マス調査によつて得られたものであり，材料の採取，測定に従事された調査員各位，又ウロコの標本作成，整理に多大の労を煩した北海道区水産研究所所員各位，尚又資料の整理，数値計算に助力を受けた阿部進一，佐藤美津江の諸氏に深く感謝すると共に，校閲並びに種々助言を与えられた北海道大学久保達郎先生並びにこの仕事を行う機会を与えられた水産庁調査研究部長藤永博士に感謝の意を表する。

材料並びに方法

ウロコの材料は 1956 年5月～8月の間，北太平洋水域における母船式漁業の漁獲物の中から測定されたシロサケの標本より休止帯3本，4本を有するウロコを抽出し，その抽出標本 1949 尾のものについて観察した。ウロコは低電圧電燈の投影装置により拡大投影（50倍）されて年齢が読まれ，生活の第3年目，第4年目並びに第5年目に形成される所の Circuli 数並びに第3年目迄の推算胴長（CL_3）が計算された。尚推算胴長は先ず体長を胴長に換算して，そしてウロコの成長は体成長と比例関係にあるという事を前提にし，Belding（1934）の式；Ln−Ls/L−Ls=Rn−Rs/R−Rs によつて求められた。但し，L；胴長（cm），R；鱗径（mm），Ln, Rn；n年目の胴長並びに鱗径，Ls, Rs；ウロコの出現時の胴長（2.5cm）並びに鱗径（0.07mm）。

観察結果

Circuli 数について

1956 年漁業の初期（5月）の北太平洋水域から得られた休止帯3本を有する魚群のウロコの終末成長帯（以下本文中に於て L. G. Z. と略記する）の Circuli 数の頻度分布を示せば第1表Aに示された通りである。第1

Table 1. Frequency distribution of number of circuli in last growth zone of chum salmon scales with 3 annuli, 1956 and 1953 (after Kubo and Yamahira 1955)
A …… 1956　　B …… 1953

A　1956

Month	Number of circuli																		N
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
May		21	**30**	28	10	3	3	8	35	**50**	36	21	6	2	2			1	255

B　1953 (after Kubo & Yamahira 1955)

Month	Number of circuli																		N
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
May	2	27	**54**	20	8	2	3	3	16	**22**	13	11	1	6			1	1	190
June		6	58	**98**	46	28	26	14	8	11	8	2	1						306
July			4	14	16	18	24	**28**	15	9	7	1							136

表Aより明らかな通り見掛の上では同じ4年群と見なされ乍ら，その Circuli 数は2本と9本の所に明瞭な2ツのモードが認められ，Circuli 数5～6本の所で略2ツのグループに区分され得る。

これについて久保，山平（1953, '55）も 1952 年，'53 年の北太平洋水域における4年群のウロコの L. G. Z. に同様な傾向のある事を観察しており，その観察結果（1955）を示せば第1表Bに示された通りである。B表に示される通り5月においてはその Circuli 数2本と9本に2ツのモードが明らかに認められる。同氏等はこの事から L. G. Z. の Circuli 数の6本以上を L. G. Z. の〔大〕のグループ，6本以下を〔小〕のグループに分

け，その Circuli 数並びに推算胴長等から魚群の系統の相異を推論している。しかし6月，7月になると上述の様な現象は認められておらない。即ち6月の群には L. G. Z. の Circuli 数のモードは3本に，又7月の群には7本にモードが夫々1ツあるのみで5月に見られたモードが2ツの現象は観察されておらない（第 1 表 B 参照）。

この様な久保等の観察結果を参照して，又観察された 1956 年の5月の休止帯4本（5年魚）の生活の第4年目の Circuli 数が6本～14本である事から（第2表B参照）ウロコの L. G. Z. の Circuli 数の6本以上を〔大〕のグループ（Wide L. G. Z. group），6本以下を〔小〕のグループ（Narrow L. G. Z. group）として第1表Aに示された5月の休止帯3本の群を2ツに区分けした。そして夫々のグループ毎にその生活の3年目，4年目における Circuli 数を示せば第2表 A_1，A_2 の通りである。表 A_1 は L. G. Z. の〔小〕のグループ（Narrow

Table 2. Frequency distribution of number of circuli in each year of life for fish with 3 (A_1, A_2) and 4 (B) annuli in May, 1956
A_1 — Narrow L. G. Z. group (4 year old group)
A_2 — Wide L.G.Z. group (undetermined age group)
B — 5 year old group

Year of life	Number of circuli																	$\bar{x}$	$\sum(x-\bar{x})^2$	N
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
A_1 Narrow L. G. Z. group (4 year old group)																					
3rd year										2	7	10	**21**	17	14	13	6	1	*12.9±0.18	270.46	91
4th year	20	**30**	28	10	3														2.4±0.22	102.76	
A_2 Wide L. G. Z. group (undetermined age group)																					
3rd year								2	9	36	**50**	32	22	11	2				10.4±0.22	321.19	164
4th year				3	8	35	**50**	36	21	6	2	2		1					9.4±0.24	394.20	
B 5 year old group																					
3rd year									1	17	43	58	**62**	36	14	7			10.5±0.19	499.40	
4th year								4	15	39	**73**	51	30	15	7	4			9.5±0.20	599.62	238
5th year	81	**92**	50	15															2.0±0.11	191.00	

Note ; * 95% Confidence interval

L. G. Z. group)，A_2 は〔大〕のグループ（Wide L. G. Z. group）を示す。又休止帯4本の標本について（5 year old group）生活の第3年目，第4年目，第5年目の Circuli 数を示せば第2表Bの通りである。第2表 A_1，A_2，B に夫々示された通り L. G. Z. の Circuli 数は；Narrow L. G. Z. group では1～5本，平均 2.4±0.22，Wide L. G. Z. group では6～17，平均 9.4±0.24，5 year old group では1～4，平均 2.0±0.11 を示し，Wide L. G. Z. group は他の2ツのグループと全く異り L. G. Z. の Circuli 数は極めて大きい値を示す。

次に生活の第3年目における Circuli 数を比較すれば Narrow L. G. Z. group — 9～18，平均 12.9±0.18，Wide L. G. Z. group — 7～14，平均10.4±0.22 を示し，その平均値において明らかに差がある事が認められる。しかし乍ら 5 year old group の第3年目の Circuli 数は7～14，平均 10.5±0.19 を示し，Wide L.G.Z. group のそれとその分布範囲並びに 95% の信頼度でその平均値は全く重なり合う。

又第4年目の Circuli 数は 5 year old group では6～14，平均 9.5±0.20，一方，Wide L.G.Z. group では6～17，平均 9.4±0.24 を示し，その平均値は第3年目の Circuli 数におけると同様，全く重なり合う。しかし乍らこれに対して Narrow L.G.Z. group とは全く相異し，Narrow L.G.Z. group の平均値は 2.4±0.22

を示し全く分離している事が知られる。

この様に休止帯3本と4本を有するウロコの生活の第3年目，第4年目における Circuli 数の比較結果から，Narrow L.G.Z. group と Wide L.G.Z. group とは全く異るグループで，むしろ Wide L.G.Z. group は年齢が1年多い 5 year old group と極めて類似したグループである事が充分推察される。

体長ついにて

Narrow L.G.Z. group と Wide L.G.Z. group 並びに 5 year old gloup の平均体長を示せば第3表の通りである。体長は尾叉体長（Fork length）を示す。

Table 3. Mean of fork length of Narrow L. G. Z. (4 year old group), Wide L. G. Z. (undetermined age group) and 5 year old groups in May, 1956
Max., Min. — Maximum, Minimum

Group	N	Fork length ; in cm.		
		Max.～Min.	$\bar{x}$	$\sum (x-\bar{x})^2$
Narrow L. G. Z. (4 year old group)	91	60 ～ 49	53.9±0.47	453.6
Wide L. G. Z. (undetermined age group)	164	63 ～ 49	55.2±0.43	1232.1
5 year old	238	63 ～ 50	56.2±0.34	1654.8

その平均体長は Narrow L.G.Z. group —53.9±0.47, Wide L.G.Z. group—55.2±0.43 を示し，両者は見掛けの上では年齢が等しいにも拘らず Wide L.G.Z. group は Narrow L.G.Z. group よりその平均体長は明らかに大きい。この事は久保，山平（1953）も指摘している所であり，Wide L.G.Z. group は Narrow L.G.Z. group より実際の年齢が1年高い群であるかも知れない事が暗示される。しかし乍ら Wide L.G.Z. group と 5 year old group の体長について比較すれば Wide L.G.Z. group—55.2±0.43, 5 year old group—56.2±0.34 を示し，5 year old group の方がその平均値において大きい値が示された。

推算胴長について

Narrow L.G.Z. group, Wide L.G.Z. group 並びに 5 year old group の第3年目迄の推算胴長（CL_3）を示せば第4表の通りである。Narrow L.G.Z. group の推算胴長と Wide L.G.Z group のそれとを比較すれば

Table 4. Computed body proper length (CL_3) calculated from scale of Narrow L.G.Z. (4 year old group), Wide L. G. Z. (undetermined age group) and 5 year old groups in May, 1956

Group	N	Computed length(CL_3) ; in cm.			Remarks
		Max.～Min.	$\bar{x}$	$\sum(x-\bar{x})^2$	
Narrow L. G. Z. (4 year old group)	91	42 ～ 34	37.9±0.34	242.46	
Wide L. G. Z. (undetermined age group)	164	39 ～ 30	34.4±0.27	490.31	$t=15.77$ $t_{0.01}=2.601$
5 year old	238	39 ～ 29	34.0±0,23	747.40	$t=2.23$ $t_{0.01}=2.588$

その平均値（cm）は夫々 37.9±0.34, 34.4±0.27 を示し，その 95% の信頼度において全く分離している事が知られる。尚 t 検定においても $t=15.77>t_{0.01}=2.601$ を示し明らかに有意の差がある事が知られた。久保等（1953, '55）も同様な結果を報告している。これに対して Wide L.G.Z. group と 5 year old group においてはその平均値は夫々 34.4±0.27, 34.0±0.23 を示し，その平均値は略重なり合い，顕著な有意の差が見え出されない（$t=2.23<t_{0.01}=2.588$）。

この様に推算胴長においても前項の Circuli 数におけると同様な結果が認められた事は Wide L.G.Z. group

は Narrow L.G.Z. group とは全く異質のグループを示すものであり，そして Wide L.G.Z. group と 5 year old group とは見掛上，年齢が異るにも拘らず同質の魚群である事を明らかに示すものと考えられる。

又前項の体長において Wide L.G.Z. group と 5 year old group との平均体長に相違が認められたが推算胴長の比較結果からそれはその年齢の違いによるものでなく，ウロコの最後の休止帯の形成或は新しい成長の有無に深く起因するものと推察された。

Table 5. Frequency distribution of number of circuli in last growth zone (new growth zone) of 4 and 5 year old groups during fishing season in Northern Pacific Ocean, 1956
A—5 year old group　B—4 year old group

Date		Number of circuli											$\bar{x}$	N
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A 5 year old group														
May	5 — 10	76 (53.2)	37	25	5								0.7	143 (100)
	11 — 20	57 (32.6)	33	51	26	7	1						1.4	175 (100)
	21 — 31	60 (34.5)	28	41	32	12	1						1.5	174 (100)
June	1 — 10	30 (18.9)	22	42	47	9	8	1					2.1	159 (100)
	11 — 20	16 (8.7)	12	57	59	28	12	3					2.6	187 (100)
	21 — 30	2 (1.6)	10	24	25	30	15	13	4				3.5	123 (100)
July	1 — 10		1	9	19	10	8	6	3	1			3.9	57
	11 — 20			2	7	10	12	3					4.2	34
	21 — 31				15	43	23	11	4				4.4	96
Aug.	1 — 10			2	5	21	42	25	8				5.0	103
B 4 year old group														
May	5 — 10	17 (41.5)	8	9	6	1							1.2	41 (100)
	11 — 20	1 (4.0)	3	9	7	4	1						2.6	25 (100)
	21 — 31	8 (12.4)	7	15	18	7	4	6					2.7	65 (100)
June	1 — 10		5	14	14	12	8	8	5				3.7	66
	11 — 20	1 (2.0)	1	6	14	13	4	8	4				4.0	51 (100)
	21 — 31			4	13	33	24	10	11	5			4.8	100
July	1 — 10			2	15	21	19	27	14	8	8	3	5.6	117
	11 — 20			2	9	25	15	9	1	2			4.5	63
	21 — 30				7	13	27	19	15	7	6	1	5.8	95
Aug.	1 — 20					10	30	29	19	3	1		5.8	92

Note ; ( ) Percentage

Circuli 数の時期的変化について

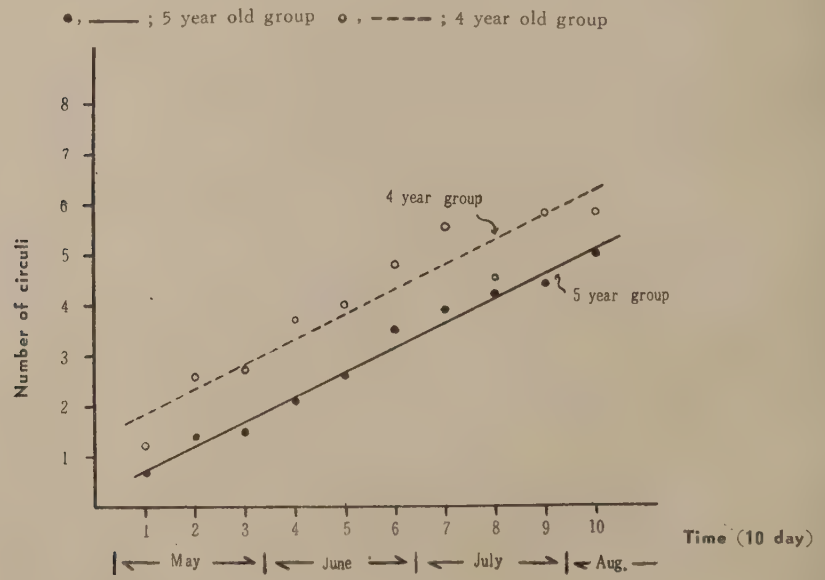
前項の観察結果並びに一般的に性的に成熟する年の成長帯の Circuli の間隔は特別に大きい傾向がある（久保 1949）事等に基いて，夫々，年齢が推定された4年魚，5年魚のウロコの終末成長帯（新らしい成長帯）の Circuli 数の時期的（旬別）変化について示せば第5表A，Bに示す通りである。表Aは5年群，表Bは4年群を示す。

5年群について，5月の初旬には終末成長帯の Circuli 数は0～3本，平均 0.7 本を示し，未だ新らしい成長帯が形成されていないもの（Circuli 数0本）はその時期の 53.2% をも示すが時期が進むに従ってその数は減少し6月下旬以降は全く観察されなくなる。換言すれば休止帯がこの時期迄に完全に形成される。そして8月の初旬には Circuli 数は2～7本，平均 5.0 本となる。

4年群について，5年群と同様，5月の初旬には終末成長帯の Circuli 数は0～4本，平均 1.2 本を示し，0本のものは 41.5% も示すが6月に入ると殆ど観察されなくなる。そして7月，8月にはその Circuli 数は2～10本，平均 4.5～5.8 本を示す。

この様に5年群と4年群とは共にその休止帯の形成から新らしい成長への移り変りに類似した傾向のある事が示され，そしてその新らしい成長帯の成長は時期の推移と比例的な関係にある事も知られた。成長帯の成長の度合と時期との関係を更に明らかに示すためその Circuli の平均値と時間（旬）との関係について見れば第1図に示された通り直線的関係が認められた。

Fig. 1. Relationship between mean number of circuli in last growth zone (L.G.Z.) and the time (10 day) during fishing season in Nothern Pacific Ocean, 1956



5年群　$Y = 0.482X + 0.28$

4年群　$Y = 0.481X + 1.42$

Y…Circuli 数　　X…時間（旬）

第1図並びに直線式によって明らかな通り，5年群，4年群について求められた回帰直線は検定されるまでもなく，お互いに平行である事がうかがわれ Circuli 数の形成速度は極めて似ている事が推察された。そして新らしい成長帯の成長開始時期（休止帯の形成完了時期）はその直線式より推測する事は適当でないであろうが，少くとも4年群の新らしい成長の開始は5年群のそれより幾分早い事が推察された。

考察並びに結論

北太平洋における漁業の初期（5月～6月初め）のシロサケにおいて見掛けの上での年齢が等しいにも拘らずウロコの終末成長帯（L.G.Z.）が非常に小さく，Circuli 数が少いもの（写真A）と又極めて Circuli 数が多くその終末成長帯が大であるもの（写真B）とが多数観察された。久保，山平（1953，'55）はその L.G.Z. の〔大〕，〔小〕のものを同一年齢群として取扱い，そしてそれは魚群の系統の特徴を示すものと推論している。

又 Gilbert（1922）は北部アラスカ Yukon R. に溯上産卵する初期（5，6月）のサケの魚群にはそのウロコに新らしい成長が全く観察されないものが比較的多数含まれ，その年齢を推定する場合実際の年齢より1年少く決定する危険性のある事を既に指摘している。

今回，筆者はこれらの時期のウロコの詳細な観察結果，少くともウロコの成長の停滞から新らしい成長開始への過渡期である事を知り，それら魚の年齢をウロコにより決定する場合，前項で夫々述べた通りその最後の休止帯の形成，或は新らしい成長帯の形成の有無に充分注意しなければならない事を知つた。即ち5月における休止帯3本をもつ Narrow L.G.Z. group と Wide L.G.Z. group とはその第3年目，第4年目の Circuli 数は明らかに相異し，全く異る群である事が明らかにされた。しかし Wide L.G.Z. group と休止帯4本をもつ 5 year old group とは第3年目，第4年目の Circuli 数は全く等しい事が示され，その2ツの群は同一グループに属する事が推察された。そして尚推算胴長においても Circuli 数におけると全く同様な結果が示された。

又終末成長帯の Circuli 数の時期的な関係について一般的に6月～8月は夏季の成長期と考えられている事からその Circuli の数は時期の推移と共に増加する事が考えられる。今，もし5月における休止帯3本の Narrow L.G.Z. group と Wide L.G.Z. group とは実際年齢が等しいのであるならば，その Wide L.G.Z. group の5月における Circuli 数（6～17本，平均9.4）は7月，8月には極めて大きい値を示すものと考えられる。しかし乍ら7月，8月の4年魚のその Circuli 数は2～10本，平均 4.5～5.8 本を示し，その様な事実並びに傾向は全く認められない。又久保等の結果（第1表B）にもその様な事は認められていない。

尚又 Circuli 数，体長，推算胴長の比較検討，並びに性的に成熟する年の Circuli 間隔の特性（久保 1949）から Wide L.G.Z. group は Narrow L.G.Z. group（4年群）より年齢が1年高い群（5年群）と見做して，年齢推定された5年群，4年群の夫々の終末成長帯の Circuli 数の時期的変化について見れば両者は極めて類似し，その時期の推移とその数は比例的関係にある事が認められ，その年齢推定の妥当性が充分うかがい知られる。

以上の様な結果から，漁業の初期における Wide L.G.Z. group と Narrow L.G.Z. group とは見掛の上では同一年齢群と見做されるであろうが，Wide L.G.Z. group の魚は未だ完全な休止帯の形成並びに新らしい成長帯の形成が示さないものである。これに対して Narrow L.G.Z. group の魚は既に休止帯が形成され，そして新らしい成長帯の形成を示すものである。従つて Wide L.G.Z. group と Narrow L.G.Z. group は実際の年齢は異り，前者は後者より1年年齢が高い魚群である事が知られる。そして前述の Gilbert（1922）の指摘した点と極めて良く一致する。

以上，この様な北太平洋の漁業の初期（5月～6月初め）の魚の年齢を正しく推定するためにはその休止帯とそのウロコの終末成長帯の Circuli 数に充分配慮するならばその魚の年齢は比較的誤りなく決定する事が出来ると考えられる。そして最後の休止帯の形成が未だ完了しておらないもの（例えば休止帯3本で終末成長帯における Circuli 数6本以上）はその見掛けの年齢に更に＋1を加えて（観察される休止帯数＋2）その魚の年齢（明け）とする事が最も妥当と考えられる。

尚又終末成長帯の Circuli 数は時期の推移に伴つて増加する事から，その Circuli 数と時期的な関係（第5表並びに第1図参照），或はその魚の成熟の度合と終末成長帯の Circuli 間隔との関係（久保 1949）等も充分併せ考える事が肝要な事と思う。

又ウロコの成長に関してこれらの時期（5月～6月初め）はウロコの成長の停滞から新らしい成長への過渡期である事が知られ，そして4年魚のウロコの成長の活動は5年魚のそれより時期的に幾分早い事が推察された。しかし乍らこれらの成因については今後のウロコの研究にまちたい。

要　　約

北太平洋のシロサケ（O. keta）のウロコの新らしい成長の活動は少くとも 4 月～ 6 月の初め頃と推察される。そのためこれらの時期の魚の年齢をその休止帯の数のみに基準を置いて推定する場合，実際の年齢より 1 年少く決定する危険性のある事が知られた。しかしその様な誤の危険性はその標本の採集時期，ウロコの終末成長帯の Circuli 数並びにそのCirculi の間隔（久保 '49）等の検討により充分避け得られる事が明らかにされた。そしてその年齢推定の基準となる最後の休止帯が未だ形成されておないと推定される標本はその見掛けの年齢に更に＋1を加えて（観察される休止帯数＋2）その魚の年齢（明け）とする事が最も妥当と考えられる。

又 5 年魚と 4 年魚の新らしい成長帯の Circuli 数の形成は共に時間の経過と比例的関係にあり，そしてその形成度合は極めて似ている事が知られた。

文　　献

Gilbert, C.H. 1922　The salmon of Yukon River. Bull. U.S. Bureau Fish., **38**, Document No. 928

久保達郎 1949　鱗相より見た鮭の生態（2）網走川，常呂川のサケの成長　北，水，孵，報告 **4**（2）

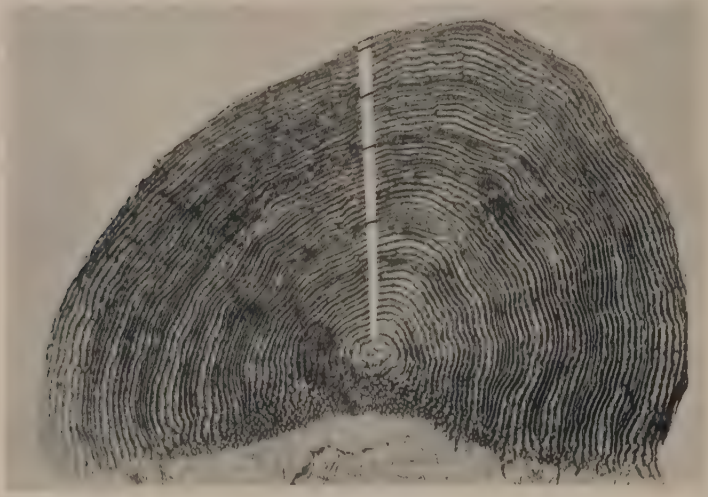
久保達郎・山平喜一郎 1953，'55　北太平洋におけるサケ・マスに関する調査報告　第 1 報，第 2 報　水産庁

Photograph of scale of chum salmon taken from Northern Pacific Ocean in May, 1956

A Narrow L.G.Z. (4 year old fish); ♀, 54.1 cm. in fork length, taken May 16 : 20 ×

B Wide L.G.Z. (5 year old fish); ♀, 51.4 cm. in fork length, taken May 5 : 20 ×

Photograph of scale of chum salmon taken from Northern Pacific Ocean in May, 1956 (continued



C　5 year old fish(Narrow L.G.Z.); ♀, 54.5 cm. in fork length, taken May 24 : 20 ×

北太平洋に於けるカラフトマスの成長と成熟に関する二三の知見

大久保正一

Some Knowledges on the Growth and Conditions of Gonad of pink salmon in the North Pacific Ocean.

Sho-ichi ŌKUBO

まえがき

北太平洋の各域に於ける，サケ・マス類の漁業生物学的諸研究の中で，それらの成熟度に関するものが，特に重要な位置を占めるにも拘らず，比較的少数の調査に止まり，生殖巣の計測観察の結果については，それ程詳細な考察がなされていない。中でも特に多数漁獲されるカラフトマス（*Oncorhynchus gorbuscha*）は殆んど例外なく，その年の中に成熟する事は一般に認められる所であり，その生殖巣の発達並びに成熟の過程が明らかにされるならば，他のサケ類の成熟に関する研究の足がかりが得られるに違いない。

筆者は1957年5月報国水産株式会社敷鳴丸に乗船する機会を得，当船団で得た材料について，体長，体重及び生殖巣の重量に基き，カラフトマスの成長と成熟の度合の季節的変化を観察した。生殖巣の季節的重量の変化及び分布は，久保・松下・大鶴・山平（1954～1955）[1][2][3]，田口（1957）[4]，石田・宮口（1958）[5]によつて一部明らかにされているが，他に，熟度指数，体長別生殖巣重量の季節的変化をも調べた。

この報告を草するに当り，取り調べの機会を与えられた北海道立日・ま水産試験場長畠井喜治氏，魚体測定に種々と便宜を計つて戴いた，船団長栗原明氏，測定に直接協力を戴いた本多省三氏並びに，原稿を校閲された北海道大学，水産学部助教授久保達郎氏の諸氏に深甚なる謝意を表する。

材料及び方法

1957年に敷鳴丸が操業中に行つた。魚体測定の資料が主として用いられた。即ち母船に揚げられる漁獲物の中から毎日カラフトマス30尾の無作為抽出を行い，体長（Fork length）体重，性別を調べ鱗を採り，その半数15尾について，生殖巣の重量を計つた。生殖巣重量計測のためには500gと50gの竿秤を使用した。又計測値の2g以下の生殖巣に計測出来ないものは，0gとして取り扱い，測定資料は，整理上末尾の3g～4gは5g，6g～7gは5g，8g～9gは10gに整理して観察資料とした。

熟度指数 GI (Gonad index)[6]は，

$$GI = \frac{WG}{L^3} \times 10^5$$

（WG…生殖巣重量，L…体長）

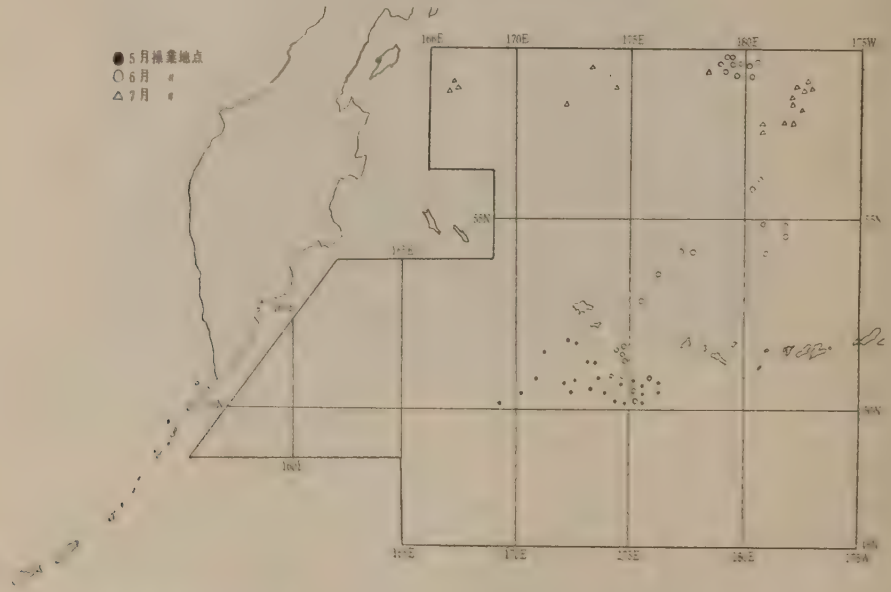
で計算した。この計算値は小数点以下5位迄計算して，以下四捨五入し，末尾の端数は生殖巣の重量値整理の方法と同様に処理した。

敷鳴丸船団の操業海域を月別に区分してみると，第1図の通りである。5月中はアリューシャン列島の南部海域即ち，北太平洋北部が主要操業海域で，6月に入つてからは更に北上して，アリューシャン列島やや北部のベ

北海道さけ・ます・ふ化場研究業績　第142号

[illegible] 海区 [illegible] 中部，北部，西部海域がおもな漁場である．7月に入ってからは全般的に操業海域の [illegible] 海域も [illegible] 海中部に主要操業海域である．漁具は流刺網で，その目合は4.1寸を中心とした．3.9寸～4.2寸の目合も少しく使用されている．調査された材料の数は第1表の通りで，総計1,475尾（この中生殖巣の計測されたもの975尾）が調べられた．

第1図　1957年度に於ける厳鳥丸船団の操業地点



第1表　測定材料の数
（括弧内は生殖巣測定数）

月	旬	測定材料数
5　月	上　旬	60（30）
	[illegible]	[illegible]
	下　旬	240（135）
	計	515（290）
6　月	上　旬	240（75）
	[illegible]	[illegible]
	[illegible] 旬	270（147）
	計	660（300）
7　月	上　旬	180（88）
	中　旬	120（72）
	計	300（160）
総　計		1,475（975）

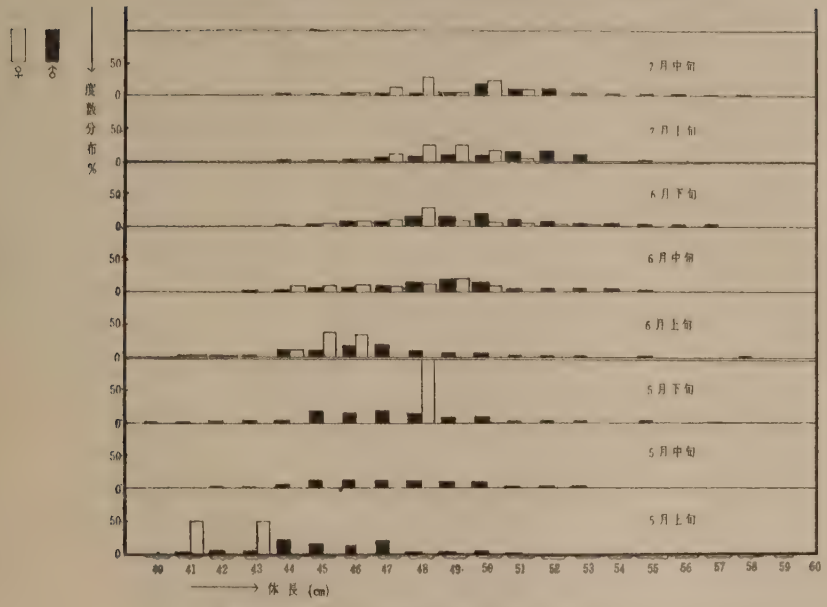
体長，体重の季節的変化

生殖巣の重量と，体長，体重との間に，回帰関係がうかがわれる事は久保・山平(1955)[5]により明らかにされている．そのような [illegible] ここで次節を論ずる前に，先ず今回計測された，カラフトマスの [illegible] 成長度にふれてみる必要があるかも知れない．体長について勿論，ここで用いられている標本は，網目の選 [illegible] 受けている事を考慮されねばならない．

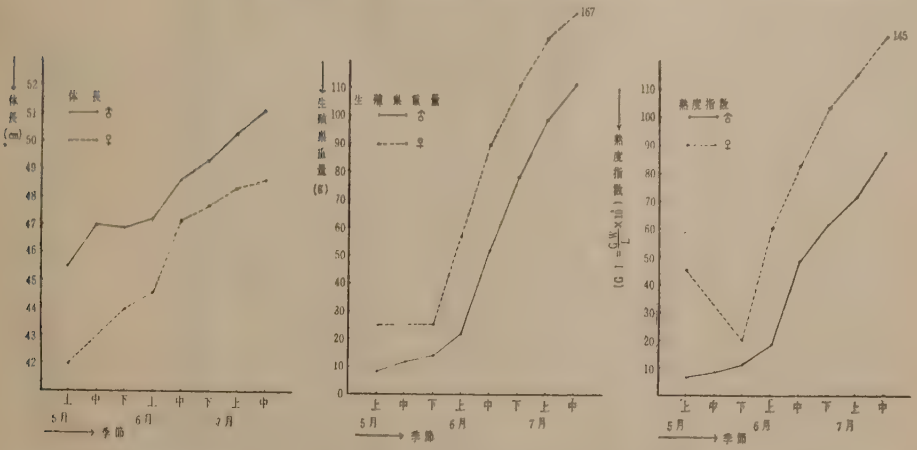
カラフトマスの体長，体重の頻度分布を季節的に取り纒めた結果第2図～第3図の通りである．

以上の図表より，カラフトマスの系統的な事は勿論として，体長，体重共に季節の進むにつれて，雌雄共に大きくなり，体長，体重の変化範囲も亦同じ傾向を [illegible] 示し，[illegible] 雄雌共に [illegible] 大きい値に変ってゆく，即ち雄では5月上旬の体長，体重の平均値は，それぞれ45.6 cm，1,139 g から [illegible] 7月中旬には51.5 cm，1,605 g に増加し，雌では42.0 cm，850 g から始じまって，7月中旬には48.[illegible] cm，[illegible] 雄雌共に [illegible] 雄では5月 [illegible] 旬）44.0

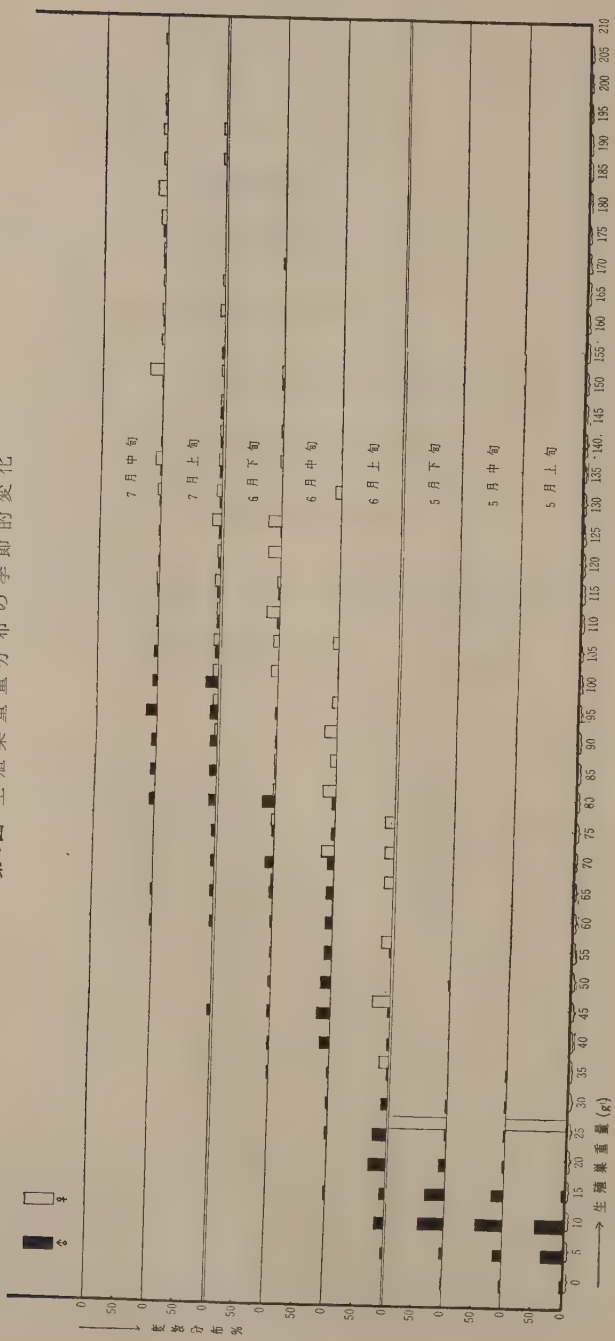
第2図　体長分布の季節的変化



第3図　体長，生殖巣重量，熟度指数の季節的変化　　（各点は平均値を表す）



cm，1,100 g，7月中旬で50 cm，1,400 g，雌では5月上旬で42 cm，850 g が7月中旬で48 cm，1,400 g となり，その増大の速度はかなり著るしいものであり，5月上旬から河川湖上期の8月中旬迄の間に急速に成長する事が明らかである。ここで注目すべきことは6月中旬以後，ベーリング海に於いて漁獲された魚の体長，体重の平均値モードが特に急に高くなつていることは，ベーリング海に於ける魚群の系統が異なるものである事が推察される。この上うた関係は，次の成熟度の観察結果から有推定される所である。尚ここで雌雄比数の少いのは，網の選択性の影響が多分にあらわれているようである。漁期の始めにはほとんど雄だけで，雌はごくまれに漁獲されるだけであるが，漁期の終りに近づくにしたがつて雌の方が多くなる（第2表）一般の漁期の始めに使用



第4図 生殖巣重量分布の季節的変化

される網目は終りのものより大きく，又第3図に示す通り，雄と雌の大きさにかなりの差があり，初期にとれる魚の体長が，予想外に大きい事（44,0 cm～47,0 cm）と関係がありそうで，恐らく5月初旬の雌の魚体は，網にかからぬ程，小さいものではないかと推測される。実際に雌はごくまれにしか漁獲されていない。

一方季節の変化と共に魚体が成長し，使用される網目が小さくなる結果として，雌魚の漁獲が次第に多くなつて来るものと推察される。従つて流網でとれたカラフトマスは，体長，体重，性比においては魚群の自然状態におけるものとは大分変つているものと考えなければならない。

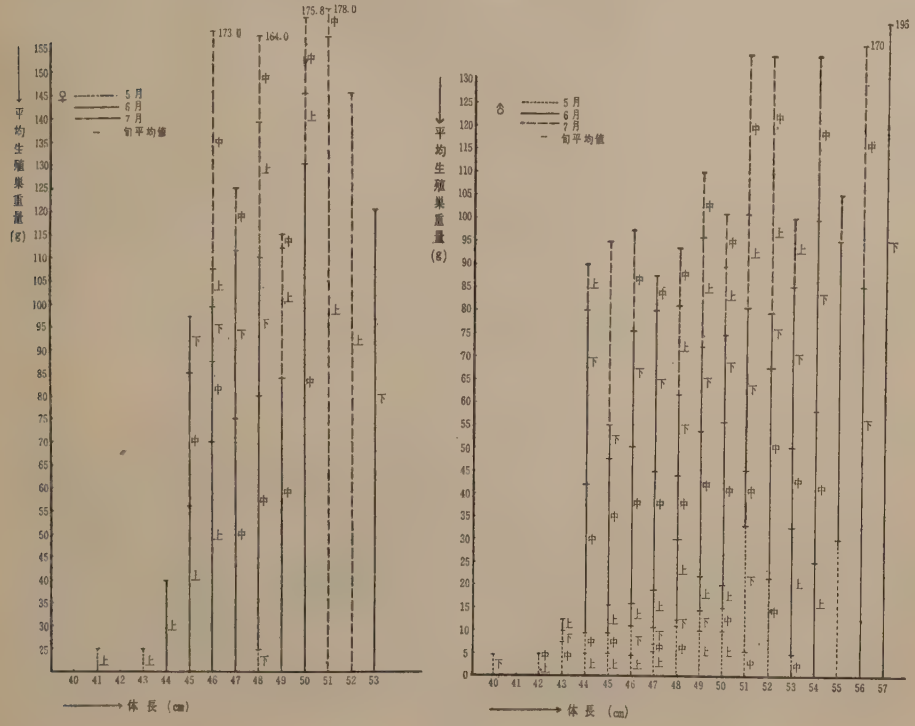
第2表 旬別雌雄比

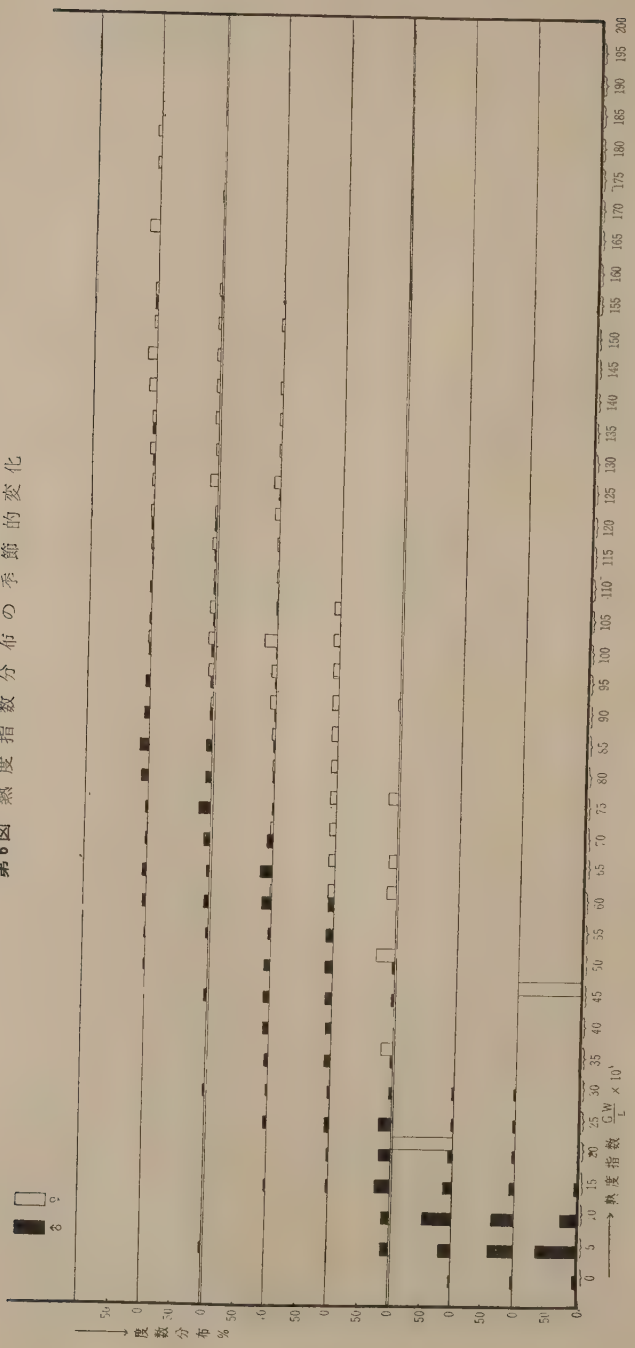
月	旬	標本数 ♂	標本数 ♀	標本数 計	雌雄比 ♂	雌雄比 ♀
		尾	尾	尾	%	%
5 月	上 旬	58	2	60	96.6	3.4
	中 旬	215	0	215	100.0	0
	下 旬	239	1	240	99.6	0.4
	計	512	3	515	99.6	0.6
6 月	上 旬	227	13	240	95.0	5.0
	中 旬	132	18	150	88.0	12.0
	下 旬	212	58	270	78.6	21.4
	計	571	89	660	86.5	13.5
7 月	上 旬	97	83	180	53.9	46.1
	中 旬	80	40	120	66.7	33.3
	計	177	123	300	59.0	41.0
総 計		1,260	215	1,475	85.4	14.6

生殖巣重量及び熟度指数の季節的変化

生殖巣重量の季節的変化は第4図に示す通りである。尚体長と生殖巣重量との季節的変化の関係を示すものは

第5図 体長別平均生殖巣重量の季節的変化





第6図　熱度指数分布の季節的変化

註：図表の季節は第4図と同じである

第5図の通りである。

この関係は熟度指数と云う一つの係数をもつて表示出来る。この係数の季節的変化は第6図に示される通り，これによつて生殖巣発達，成熟の進行状況が極めて明瞭に認められる。

上記の図表に示す通り季節が進むにつれて，平均生殖巣重量，熟度指数，体長別平均生殖巣重量は，何れも同じように明らかに増加している。各々の変化範囲の値も高い方に移ると共に，その幅も増加している。更にモードも大きい値の方に移つていることが認められる。すなわち雄の生殖巣では5月上旬のモードは5g～10gの2つの峰に分布し，中旬には10gを中心として5g～15gの個体数も増え，下旬に入つてから5gのものが減つて15g級のものが増え，10gから15gの峰に分布が移つている。6月に入つてモードが20g～45g～80gと急速にのびて，7月に入つて95g～100gのモードに移つている。雌においても同様に5月上旬の25gから7月中旬の150gに移つているし，又熟度指数について見ても同様の傾向が窺われる。各平均値に於いても，明らかに第3図にも示す通り季節と共に増加している。以上の如く生殖巣の重量，熟度指数が季節の推移と共に急に増加する事は，その成熟の速やかな事を示している。

考　　察

1957年に漁船丸船団が操業中採集された標本の中で，カラフトマスの成長と成熟について観察を試みた。北太平洋水域に於けるカラフトマスは，降海後満1年の間に約40 cmの大きさ迄に成長して，明2歳の春5月を迎えて，上旬には雄平均45.6 cm，雌平均42,0 cm位迄に成長して，7月中旬の河川溯上初期頃の海洋では，雄平均51.1 cm，雌平均48.6 cm位迄更に成長するものと推察され，此の間生殖巣は最も急速に発達して，成熟が進行して行くものと推察される。即ち雄では5月上旬平均生殖巣重量8.5gから7月中旬には111.5g，雌では25.0gから167,0gと重量が増して，逐次沿岸に近づいて，河川に溯上するものと考えられ，この短期間に雄では，生殖巣重量の約12倍，雌では約6倍の重量に達する事がわかるし，熟度指数からみると，5月上旬の雄0.000065，雌0.000450で示され，7月中旬では雄0.000877，雌0.001450を示し，雄では約15倍，雌で約3倍に達する。このような見地からも，母船式サケ・マス漁業で漁獲される。カラフトマスはその殆んど全部が成魚であると見なされ，又その成熟が如何に早いかと言う事がうかがわれる。このように急速な成熟の形式は，直ちに他のサケ類の場合にあつては云えるか否か明らかでないが，少くとも季節を通じて連続して観察された，生殖巣の発達過程が，サケ類の成熟度の研究の重要な手がかりとなるものであろう。

又現在母船式サケ・マス漁業の対称となつている所の，カラフトマスは，ベーリング海のものと，北太平洋南西部（北緯52°以南）のものとに比べて，体長，体重，生殖巣重量は，雌雄共に大きな値を示して，異なつた系統である事が推測されている（石田・宮口 1958），一般的傾向として筆者の観察の結果に於いても体長，体重，生殖巣重量，熟度指数の各平均値，モードが6月中旬ベーリング海の魚群に於いては，極めて大きな値となつている。これは石田・宮口(1958)[6]の報告と一致する所である。北平太洋の北方水域の魚群が，ベーリング海にぬけるものか，西方に移動するものかは不明であるが，アメリカの行つた標識放流の結果[9)10)]を参考にして見れば，カムチヤツカ半島の東岸から，オリユトスキー地方に亘る，諸河川に溯上するものではないかと推測される。

摘　　要

北太平洋に於けるカラフトマスの体成長と生殖巣の発達について観察を行つた。

体長は漁業初期と終期に於いては約7 cmの差が認められた。

体重は漁業初期と終期に於いて約600 gの差が認められた。

生殖巣重量は漁期末に於いては，漁期初の雄で約12倍，雌では約6倍に達する。

熟度指数は漁期末に於いては，漁期初の雄で約15倍，雌で約3倍に達する。

生殖巣の急速な発達の状況は，生殖巣重量並びに熟度指数の季節的変化に於いても認められ，又各平均値の季節的変化に於いても認められる。

体長，体重及び生殖巣重量，熟度指数の差異並びに，それ等の季節的変化により，北太平洋南西部（北緯52°以南）の魚群と，ベーリング海に分布する魚群とは，別個の系統に属するものである事が暗示される。

文　　献

1）久保達郎，山平喜一郎（1954）：北太平洋に於けるサケ・マスに関する調査報告，（水産庁）第Ⅰ報　1954
2）久保達郎，山平喜一郎（1955）：北太平洋に於けるサケ・マスに関する調査報告，（水産庁）第Ⅱ報　1955
3）山平喜一郎，松下友成，大鶴典生（1956）：北太平洋に於けるサケ・マスに関する調査報告，（水産庁）第Ⅲ報　1956
4）田口喜三郎（1957）：北洋の鮭鱒漁業とその資源　1957
5）石田照夫，宮口喜一（1958）：沖合に於けるサケ・マスの生殖巣の重量変化から見た成熟に関する，いくつかの問題について　北海道区水産研究所　研究報告　No. 18　1958
6）石田照夫，宮口喜一（1958）：北太平洋及びベーリング海の沖合に分布するカラフトマスの系統に就いて　其のⅠ～其のⅡ
7）佐藤六治（1939）：河帰年齢に到達せる北洋産鮭鱒属魚類の生殖素成熟状況について　第Ⅰ報ベニマス　1939　日本水産学会誌　vol, 8　No. 2
8）久保伊津男，吉原友吉（1957）：水産資源学　1957　共立出版株式会社
9）North Pacific tagging recovery charts 1956 and 1957 (as of Nov. 57) Fed. 10, 1958
10）Annual report for the year 1955—1956 International North Pacific Fisheries Commission

別表1 カラフトマス旬別体長組成

月旬 / 体長	5月 上旬 ♂	5月 上旬 ♀	5月 上旬 計	5月 中旬 ♂	5月 中旬 ♀	5月 中旬 計	5月 下旬 ♂	5月 下旬 ♀	5月 下旬 計	6月 上旬 ♂	6月 上旬 ♀	6月 上旬 計	6月 中旬 ♂	6月 中旬 ♀	6月 中旬 計	6月 下旬 ♂	6月 下旬 ♀	6月 下旬 計
40 cm	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
41	2	1	3	–	–	–	1	–	1	1	1	2	–	–	–	–	–	–
42	3	–	3	3	–	3	3	–	3	1	1	2	–	–	–	–	–	–
43	2	1	3	5	–	5	5	–	5	4	–	4	2	–	2	–	–	–
44	12	–	12	15	–	15	16	–	16	25	2	27	5	2	7	1	–	1
45	10	–	10	32	–	32	43	–	43	28	5	33	9	2	11	6	6	12
46	9	–	9	34	–	34	38	–	38	39	4	43	10	3	13	18	9	27
47	12	–	12	38	–	38	42	–	42	41	–	41	14	2	16	18	11	29
48	2	–	2	29	–	29	34	1	35	27	–	27	21	3	24	37	17	54
49	2	–	2	25	–	25	21	–	21	20	–	20	27	4	31	28	9	37
50	3	–	3	25	–	25	22	–	22	17	–	17	19	2	21	44	3	47
51	1	–	1	4	–	4	6	–	6	8	–	8	7	–	7	27	1	28
52	–	–	–	4	–	4	4	–	4	6	–	6	7	–	7	21	1	22
53	–	–	–	1	–	1	1	–	1	5	–	5	6	–	6	4	1	5
54	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	2	4	–	4	4	–	4
55	–	–	–	–	–	–	2	–	2	2	–	2	1	–	1	2	–	2
56	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1
57	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1
58	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–
59	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
計	58	2	60	215	–	215	239	1	240	227	13	240	132	18	150	212	58	270
平均	45.6	42.0	45.5	47.0	–	47.0	46.9	48.0	47.0	47.2	44.6	47.1	48.6	47.2	48.5	49.3	47.7	49.0
$\sum(X-\bar{X})^2$	320.2	2.0	–	1,006.0	–	–	1,311.6	–	–	1,723.2	85.1	–	939.6	83.1	–	1,082.9	161.2	–

別表2 カラフトマス旬別体重組成

月旬 / 体重	5月 上旬 ♂	5月 上旬 ♀	5月 上旬 計	5月 中旬 ♂	5月 中旬 ♀	5月 中旬 計	5月 下旬 ♂	5月 下旬 ♀	5月 下旬 計	6月 上旬 ♂	6月 上旬 ♀	6月 上旬 計	6月 中旬 ♂	6月 中旬 ♀	6月 中旬 計	6月 下旬 ♂	6月 下旬 ♀	6月 下旬 計
700 g	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–
800	2	1	3	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–
900	2	1	3	1	–	1	2	–	2	–	1	1	2	–	2	–	–	–
1,000	12	–	12	13	–	13	18	–	18	11	1	12	4	–	4	–	1	1
1,100	17	–	17	43	–	43	46	–	46	34	5	39	20	4	24	8	6	14
1,200	12	–	12	63	–	63	63	–	63	56	4	60	22	5	27	27	5	32
1,300	8	–	8	42	–	42	51	–	51	44	1	45	26	5	31	31	22	53
1,400	3	–	3	29	–	29	29	1	30	44	–	44	21	2	23	47	10	57
1,500	2	–	2	16	–	16	22	–	22	15	–	15	10	2	12	36	7	43
1,600	–	–	–	5	–	5	5	–	5	11	–	11	14	–	14	21	3	24
1,700	–	–	–	2	–	2	1	–	1	3	–	3	8	–	8	17	3	20
1,800	–	–	–	1	–	1	–	–	–	3	–	3	3	–	3	8	1	9
1,900	–	–	–	–	–	–	2	–	2	1	–	1	1	–	1	10	–	10
2,000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	2	1	–	1	3	–	3
2,100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	3	–	3
2,200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1
2,300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–
2,400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
計	58	2	60	215	–	215	239	1	240	227	13	240	132	18	150	212	58	270
平均	1,139	850	1,130	1,252	–	1,252	1,253	1,400	1,253	1,260	1,100	1,251	1,346	1,327	1,340	1,470	1,358	1,449
$\sum(X-\bar{X})^2$	1,317.8	5.0	–	5,136.2	–	–	6,359.6	–	–	10,204.7	220.0	–	6,168.2	451.7	–	10,762.0	2,120.5	–

7月 上旬			7月 中旬			5月計			6月計			7月計			総計		
♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計
–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	1	–	1
–	–	–	–	–	–	3	1	4	1	1	2	–	–	–	4	2	6
–	–	–	–	–	–	9	–	9	1	1	2	–	–	–	10	1	11
–	–	–	–	–	–	12	1	13	6	–	6	–	–	–	18	1	19
1	–	1	1	–	1	43	–	43	31	4	35	2	–	2	76	4	80
1	1	2	–	1	1	85	–	85	43	13	56	1	2	3	129	15	144
3	7	10	2	2	4	81	–	81	67	16	83	5	9	14	153	25	178
7	14	21	4	6	10	92	–	92	73	13	86	11	20	31	176	33	209
8	20	28	7	13	20	65	1	66	85	20	105	15	33	48	165	54	219
12	20	32	7	3	10	48	–	48	75	13	88	19	23	42	142	36	178
15	16	31	17	10	27	30	–	30	80	5	85	32	26	58	162	31	193
17	5	22	10	5	15	11	–	11	42	1	43	27	10	37	80	11	91
20	–	20	10	–	10	8	–	8	34	1	35	30	–	30	72	1	73
11	–	11	6	–	6	2	–	2	15	1	16	17	–	17	34	1	35
–	–	–	5	–	5	–	–	–	10	–	10	5	–	5	15	–	15
2	–	2	5	–	5	2	–	2	5	–	5	7	–	7	14	–	14
–	–	–	4	–	4	–	–	–	1	–	1	4	–	4	5	–	5
–	–	–	1	–	1	–	–	–	1	–	1	1	–	1	2	–	2
–	–	–	1	–	1	–	–	–	1	–	1	1	–	1	2	–	2
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
97	83	180	80	40	120	512	3	515	571	89	660	177	123	300	1,260	215	1,475
50.3	48.4	49.4	51.1	48.6	50.3	46.8	44.0	46.8	48.3	46.6	48.2	50.6	48.5	49.8	48.1	47.8	48.0
860.7	258.1	–	688.6	99.7	–	2,713.7	26.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

7月 上旬			7月 中旬			5月計			6月計			7月計			総計		
♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計
–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	1	–	1
–	–	–	–	–	–	2	1	3	–	1	1	–	–	–	2	2	4
–	–	–	–	–	–	5	1	6	2	1	3	–	–	–	7	2	9
–	–	–	–	–	–	43	–	43	15	2	17	–	–	–	58	2	60
1	–	1	3	–	3	106	–	106	62	15	77	4	–	4	172	15	187
2	5	7	4	6	10	138	–	138	105	14	119	6	11	17	249	25	274
10	22	32	7	10	17	101	–	101	101	28	129	17	32	49	219	60	279
7	16	23	13	13	26	61	1	62	112	12	124	20	29	49	193	42	235
11	26	37	12	8	20	40	–	40	61	9	70	23	34	57	124	43	167
13	11	24	8	3	11	10	–	10	46	3	49	21	14	35	77	17	94
20	2	22	7	–	7	3	–	3	28	3	31	27	2	29	58	5	63
14	1	15	9	–	9	1	–	1	14	1	15	23	1	24	38	2	40
11	–	11	9	–	9	2	–	2	12	–	12	20	–	20	34	–	34
5	–	5	2	–	2	–	–	–	6	–	6	7	–	7	13	–	13
2	–	2	3	–	3	–	–	–	4	–	4	5	–	5	9	–	9
1	–	1	2	–	2	–	–	–	1	–	1	3	–	3	4	–	4
–	–	–	1	–	1	–	–	–	1	–	1	1	–	1	2	–	2
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
97	83	180	80	40	120	512	3	515	571	89	660	177	123	300	1,260	215	1,475
1,650	1,472	1,568	1,605	1,387	1,532	1,239	1,033	1,238	1,358	1,314	1,352	1,629	1,444	1,554	1,348	1,385	1,353
5,027.3	2,498.4	–	6,178.4	1,373.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

別表 3　カラフトマス旬別生殖巣重量組成（♂）

月旬 / 生殖巣重量	5月 上旬	5月 中旬	5月 下旬	6月 上旬	6月 中旬	6月 下旬	7月 上旬	7月 中旬	5月計	6月計	7月計	総計
0 g	1	4	6	–	–	–	–	–	11	–	–	11
5	10	20	8	4	–	–	–	–	38	4	–	42
10	15	62	52	10	–	–	–	–	129	10	–	139
15	2	26	41	6	1	–	–	–	69	7	–	76
20	–	5	11	18	–	–	–	–	16	18	–	34
25	–	6	10	15	2	–	–	–	16	17	–	33
30	–	1	4	6	3	–	–	–	5	9	–	14
35	–	1	–	4	2	1	–	–	1	7	–	8
40	–	–	–	3	8	1	–	–	–	12	–	12
45	–	–	–	1	15	5	1	–	–	21	1	22
50	–	–	2	–	8	6	–	–	2	14	–	16
55	–	–	–	1	6	2	–	–	–	9	–	9
60	–	–	–	–	5	6	2	1	–	11	3	14
65	–	–	–	–	6	6	1	1	–	12	2	14
70	–	–	–	–	7	16	3	–	–	23	3	26
75	–	–	–	–	4	8	–	–	–	12	–	12
80	–	–	–	–	1	22	4	4	–	23	8	31
85	–	–	–	–	–	7	3	3	–	7	6	13
90	–	–	–	–	–	8	4	3	–	8	7	15
95	–	–	–	–	–	6	5	7	–	6	12	18
100	–	–	–	–	–	7	13	4	–	7	17	24
105	–	–	–	–	–	1	4	5	–	1	9	10
110	–	–	–	–	–	1	3	–	–	1	3	4
115	–	–	–	–	–	2	2	1	–	2	3	5
120	–	–	–	–	–	–	3	2	–	–	5	5
125	–	–	–	–	–	1	3	1	–	1	4	5
130	–	–	–	–	–	–	1	3	–	–	4	4
135	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	–	–	–	–	–	–	1	2	–	–	3	3
145	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	1
150	–	–	–	–	–	1	–	1	–	1	1	2
155	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	1
160	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1
165	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
170	–	–	–	–	–	1	–	2	–	1	2	3
175	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	2	2
195	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1
計	28	125	134	68	68	108	55	44	287	244	99	630
平均	8.2g	11.4g	13.9g	21.8g	51.6g	78.1g	98.8g	111.5g	12.3g	55.1g	104.4g	43.3g
$\sum(X-\bar{X})^2$	243.4	3,478.0	6,904.6	6,435.6	13,324.8	50,828.8	24,346.0	43,631.2	–	–	–	–

別表4 カラフトマス旬別生殖巣重量組成（♀）

月旬 / 生殖巣重量	5月 上旬	5月 中旬	5月 下旬	6月 上旬	6月 中旬	6月 下旬	7月 上旬	7月 中旬	5月計	6月計	7月計	総計
25 g	2	–	1	–	–	–	–	–	3	–	–	3
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
35	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	1
40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45	–	–	–	2	–	–	–	–	–	2	–	2
50	–		–		–	–	–	–	–	–	–	–
55	–	–	–	1	–			–	–	1	–	1
60	–	–	–	–		–	–	–	–	–	–	–
65	–	–	–	1	–	1	–	–	–	2		2
70	–	–	–	1	2	–	–	–	–	3	–	3
75	–	–	–	1	–	2	–	–	–	3	–	3
80	–	–	–	–	2	1	–	–	–	3	–	3
85	–	–	–		1	1	–	–	–	2	–	2
90		–	–	–	2	–	1	–	–	2	1	3
95	–	–	–	–	1	–	2		–	1	2	3
100	–	–	–	–	–	4	3	–	–	4	3	7
105	–	–	–	–	1	3	3	–	–	4	3	7
110	–	–	–	–	–	7	1	–	–	7	1	8
115	–	–	–	–	–	3	3	1	–	3	4	7
120	–	–	–	–	–	7	1	–	–	7	1	8
125	–	–	–	–	–	7	4	–	–	7	4	11
130	–	–	–	–	1	–	2	1	–	1	3	4
135	–	–	–	–	–	1	1	1	–	1	2	3
140	–	–	–	–		1	2	–	–	1	2	3
145	–	–	–	–	–		2	–	–	–	2	2
150	–	–	–	–	–	1	2	6	–	1	8	9
155	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	2	2
160	–	–	–	–	–	–	3	2	–	–	5	5
165	–	–	–		–	–	1	1	–	–	2	2
170	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1
175	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	3	3
180	–	–	–		–	–	1	3	–	–	4	4
185	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1
190	–	–	–	–	–	–	1	3	–	–	4	4
195	–	–	–	–		–	–	1	–	–	1	1
205	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1
210	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1
計	2	–	1	7	10	39	33	28	3	56	61	120
平均	25.0g	–	25.0g	55.7g	89.5g	111.5g	128.9g	167.0g	25.0	100.6	146.5	122.0
$\Sigma(X-\bar{X})^2$	–	–	–	1,325.9	2,877.4	11,860.7	21,907.6	16,952.0	–	–	–	–

別表 5　カラフトマス旬別生殖巣成熟度指数組成（♂）

月旬 / 熟度指数	5月 上旬	5月 中旬	5月 下旬	6月 上旬	6月 中旬	6月 下旬	7月 上旬	7月 中旬	5月計	6月計	7月計	総計
0	1	4	5	–	–	–	–	–	10	–	–	10
5	19	53	26	9	–	–	1	–	98	9	1	108
10	7	45	62	8	–	–	–	–	114	8	–	122
15	1	9	20	17	1	1	–	–	30	19	–	49
20	–	7	10	13	2	–	–	–	17	15	–	32
25	–	4	9	13	5	1	–	–	13	19	–	32
30	–	3	2	3	2	2	1	–	5	7	1	13
35	–	–	–	3	11	2	–	–	–	16	–	16
40	–	–	–	–	8	7	–	–	–	15	–	15
45	–	–	–	1	10	10	3	–	–	21	3	24
50	–	–	–	1	11	8	–	2	–	20	2	22
55	–	–	–	–	9	6	1	1	–	15	2	17
60	–	–	–	–	9	18	5	2	–	27	7	34
65	–	–	–	–	–	20	4	4	–	20	8	28
70	–	–	–	–	–	12	7	1	–	12	8	20
75	–	–	–	–	–	9	10	3	–	9	13	22
80	–	–	–	–	–	2	4	6	–	2	10	12
85	–	–	–	–	–	2	5	6	–	2	11	13
90	–	–	–	–	–	3	4	5	–	3	9	12
95	–	–	–	–	–	2	2	5	–	2	7	9
100	–	–	–	–	–	2	3	1	–	2	4	6
105	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	2	2
110	–	–	–	–	–	–	1	3	–	–	4	4
115	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	1
120	–	–	–	–	–	–	2	1	–	–	3	3
125	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	–	1
130	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1
135	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1
155	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1
計	28	125	134	68	68	108	55	44	287	244	99	630
平均	6.5	8.6	11.5	18.5	43.8	61.5	71.3	87.7	9.7	44.4	78.6	34.0
平均実数	0.000065	0.000086	0.000115	0.000185	0.000438	0.000615	0.000713	0.000877	0.000097	0.000444	0.000786	0.000340
$\Sigma(X-\bar{X})^2$	201.2	3,887.9	4,536.7	5,916.4	9,243.2	30,415.7	24,909.5	25,738.8	–	–	–	–

別表 6　カラフトマス旬別生殖巣成熟度数指組成（♀）

月旬 / 熟度指数	5月 上旬	5月 中旬	5月 下旬	6月 上旬	6月 中旬	6月 下旬	7月 上旬	7月 中旬	5月計	6月計	7月計	総計
20	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1
35	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1
45	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
50	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	2
60	-	-	-	1	1	1	-	-	-	3	-	3
65	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	-	2
70	-	-	-	-	1	2	-	-	-	3	-	3
75	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	-	2
80	-	-	-	-	1	2	-	-	-	3	-	3
85	-	-	-	-	1	2	-	-	-	3	-	3
90	-	-	-	1	1	3	3	-	-	5	3	8
95	-	-	-	-	1	4	2	-	-	5	2	7
100	-	-	-	-	1	8	5	1	-	9	6	15
105	-	-	-	-	1	2	5	-	-	3	5	8
110	-	-	-	-	-	2	5	-	-	2	5	7
115	-	-	-	-	-	3	2	1	-	3	3	6
120	-	-	-	-	-	3	1	2	-	3	3	6
125		-		-		3	2	2	-	3	4	7
130	-	-	-	-	-	1	-	3		1	3	4
135	-	-	-	-	-	1	3	2	-	1	5	6
140	-	-	-	-	-	1	1	3	-	1	4	5
145	-	-	-	-	-		1	4	-	-	5	5
150	-	-	-	-	-	1	1	1	-	1	2	3
155	-	-	-	-	-		1	1	-	-	2	2
160	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
165	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	4
170	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1
175	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2
180	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
計	2	-	1	7	10	39	33	28	3	56	61	120
平均	45.0	-	20.0	60.7	82.5	103.7	115.2	145.0	36.7	94.6	128.8	110.5
平均値実数	0.00040	-	0.000200	0.000607	0.000825	0.001037	0.001152	0.001450	0.000367	0.000946	0.001288	0.001105
$\Sigma(X-\bar{X})^2$	-	-	-	1,769.7	2,063.0	14.736.3	13,144.4	10,900.0	-	-	-	-

鮭の人工ふ化における卵数及び稚魚数の推定とその精度について

坂　野　栄　市

Estimation and its Accuracy of the Number of Eggs and Fry of Chum Salmon in Artificial Hatching

Ei-ichi SAKANO

The sampling method was applied to the estimation of the number of eggs and fry of chum salmon produced by artificial hatching in Nijibetsu and Satsunai stations.

The number of total stripped eggs, collected eggs and dead eggs were estimated by this method using a tray for the sampling unit. The number was obtained by counting the fry contained in one kilogram every time. In this case, the frequency of weighing was chosen as the sampling unit. Furthermore, the precision or accuracy was calculated from the estimated values in the case of eggs as well as of fry.

The results obtained in this examination will be applicable to any practical use in the future.

ま　え　が　き

人工ふ化による鮭卵のふ化過程で，減耗してゆく卵数の割合と，卵数の算定についての部分的な試験についてはさきに報じた（坂野，1954）。その後，卵から稚魚までの全ふ化工程中での，卵及び稚魚の，一連の減耗状態を調査出来たが，その際の卵数及び稚魚数の算定に，標本調査の方法を入れ，その総数の推定値の精度を，実験的に算出してみた。

卵及び稚魚の減耗調査にあたつては，供試卵（稚魚）数を一応約50万に限定し，卵については，ふ化盆単位に死卵，生卵別に，また放流稚魚数については，1kg 当りの稚魚数として，夫々全数* を算えたものの記録の中から，机上で標本抽出を行い，この標本値によつて，精度を計算した。

試験にあたつては，虹別事業場，札内事業場の方々及び根室支場，十勝支場の方々には，色々御配慮をいただいた。とくに，根室支場の米田技師，虹別事業場の辻技官，札内事業場の千井技官及び長沢技官には，卵及び稚魚の管理と，記録の採取に多大の御尽力をいただいた。ここに記して，厚く謝意を表する。

試験の場所及び方法

試験は，虹別事業場と，札内事業場の2カ所で行つた。他の目的もあつて，卵数及び稚魚数の記録事項のうち，卵及び稚魚の総数の推定のためには，直接必要でない事項（例えば全数を算えることなど）もある。しかし，標本抽出の背景となる，この試験全体について説明する要もあると考え，また，標本の抽出法が，両所で多少違う点もあるので，重複するようではあるが，試験の場所別の方法と，標本の抽出方法について以下にのべる。

北海道さけ・ます・ふ化場研究業績　第143号

* 卵（稚魚）を1粒（尾）宛全部算えた数という意味。本文中以下同様。

虹別事業場での方法

1）卵；14線捕獲場（西別川）で，32年12月17日に採取した鮭卵を，虹別事業場のふ化室に収容し，このうちの約50万（使用した雌親魚239尾分）を，卵及びそれから孵出する稚魚数算定のための供試卵とした。供試卵といつても，他の一般事業卵と，何等区別することなく管理し，死卵の算定及び摘出も同様に行つた。

収容前死卵，淘汰前死卵は，すべて盆毎に全数を算えた。淘汰は，ふ化槽毎に行い，淘汰死卵数と，これを除去したあと，卵を養魚池に散布するまでに生ずる死卵数は，槽毎に算えた。

淘汰直前に，淘汰前死卵を含めて，一盆当りの卵数を，全部の盆について記録した。供試卵は盆にして200枚。この200枚の中から，机上で20枚の盆を任意抽出し，これによつて，淘汰時までの前記の死卵（収容前死卵，淘汰前死卵），採卵数（収容前死卵数，淘汰前死卵数，及び生卵数の合計）及び収容卵数（淘汰前死卵数，生卵数の合計）の総数を推定すると同時に，その精度を求めた。

2）稚魚；供試卵を，孵出直前に養魚池に散布し，これから孵出した稚魚を，放流時に全数を算えた。その際，毎回，稚魚1kg（容器の目方を含めて，水を入れた重量を2kgとし，これに，タモで掬つた稚魚を，目盛りが3kgになるまで加える）当りの尾数として算えた（稚魚が少なくなつてからはこの方法は使はなかつた）。この1kg当りの尾数として記録された152回の中から，同じく机上で15回分を標本として系統抽出し，この方法による総数を推定し，その精度を求めた。

札内事業場での方法

1）卵；面川捕獲場（十勝川支流）で，32年10月9日から同21日までの間に採取した約80万の供試卵（使用した雌親魚300尾分）を，札内事業場のふ化室に収容した。これは盆にして344枚。このものの収容前死卵及び淘汰前死卵は，その全数を，盆毎に算えた。

淘汰直前に，50枚の標本盆を系統抽出し，この標本盆だけについて，その時の生卵の全数を算え，この盆によつて，虹別事業場の場合と同様に，死卵数，採卵数及び収容卵数の総数を推定すると同時に，その精度を求めた。

淘汰後の卵については，放流稚魚数の算定のために，前記の卵とは別に，10月31日及び11月1日に，面川捕獲場で採取した卵（使用した雌親魚135尾分，盆にして264枚）について，淘汰死卵，淘汰後死卵及び生卵（即ち散布卵）の全数を，盆毎に算えた。夫々の総数の推定及びその精度の計算のためには，その中から30枚の盆を任意抽出した。

2）稚魚；前述のように，放流稚魚数の算定のためには，卵数の算定に使用したものとは別の卵からの，孵游稚魚を用いた。放流稚魚数の算定に当つては，虹別の場合と同様に，1kg当りの稚魚数として求めた（稚魚が少なくなつてからは，この方法は使わなかつた）。ただし，ここでは，算定日毎に2回，その1kg当りの全数を算え，この平均に，その日の秤量回数を乗じた。このようにして稚魚の算定は，33年3月24日から，4月23日におよんだ。

放流稚魚数の推定には，4月分の算定記録だけを1例として用いた。4月中の算定日数は7日，即ち，1kg当りの全数として算えた回数は14回。これを含めて，稚魚1kg当りとしての秤量回数は121回。前記の14回分の全数の算定値を，この121回の秤量分からの標本値と仮定し，この場合の総数を推定し，その精度を求めた。

結果（推定の統計値）

I　卵数の推定

1.　淘汰時までの卵数の推定とその精度

盆に盛つた卵は，一定の時期に死卵が除かれる。一般に，卵の収容直後と，淘汰の前後である。採卵した卵数（採卵数）から，収容直後に摘出される死卵（収容前死卵）数を除いたものを「収容卵数」と云つている。以後淘汰時までに生ずる死卵を「淘汰前死卵」とよぶことにする。この4つの種類の卵について，20枚の標本盆から計算した統計値は Table 1 の通りである。この表の最終欄に，参考までに，推定の対象となつた卵の全数をあげた。

Table 1. Statistics on the number of eggs prior to artificial selection.

1) Item	2) Localities	Number of eggs per tray ($\bar{x}$)	Standard deviation (Sx)	Coefficient of variation (Cx)	Sample estimate of total eggs (T)	Confidence limits of T (95%) (T±)	Precision of T (CV)	Number of total eggs which counted individually (T')
A	Nijibetsu	431.3	116.19	0.27	86,250	10,344	0.057	86,599
	Satsunai	115.7	51.48	0.44	39,794	4,658	0.058	38,745
B	Nijibetsu	67.9	46.56	0.69	13,580	4,145	0.146	12,821
	Satsunai	56.0	15.51	0.28	19,264	1,404	0.036	13,487
C	Nijibetsu	2,868.7	167.66	0.06	573,730	14,926	0.012	573,327
	Satsunai	2,432.0	123.32	0.05	836,615	11,159	0.007	–
D	Nijibetsu	2,437.3	179.69	0.07	487,460	15,997	0.016	486,728
	Satsunai	2,316.7	124.68	0.05	796,959	11,282	0,007	–

1) A: Eggs died during the time from stripping until the time of taking in hatchery trough.
B: Eggs died during incubation in hatchery trough up to the time of artificial selection. Excluding the eggs of A.
C: Eggs stripped.
D: Eggs collected. (Subtracted A from C)

2) At Nijibetsu; 20 trays samples drawn at random out of 200 trays which submitted to this examination.
At Satsunai ; 50 trays samples from 344 trays.

2. 淘汰後の卵数の推定とその精度

前述のように，淘汰後，卵を養魚池に散布するまでの間に生ずる死卵と，それを差引いた散布卵の総数の推定には，札内事業場での資料を用いた。264 枚の供試盆（卵）の中から，30 枚を机上で任意抽出した。この標本盆から計算した統計値は Table 2 の通りである。最終欄には Tabe 1 の場合と同様に，全数をあげた。

Table 2. Statistics on the number of eggs after artificial selection. (The data were obtaineds from Satsunai; 30 trays drawn at random from 264 trays which submitted to this examination)

* Item	Number of eggs per tray ($\bar{x}$)	Standard deviation (Sx)	Coefficient of variation (Cx)	Sample estimate of total eggs (T)	Confidence limits of T (95%) (T±)	Precision of T (CV)	Number of total eggs which counted individually (T')
E	30.1	6.91	0.23	7,938	619	0.040	8,311
F	5.0	2.55	0.51	1,329	229	0.087	1,246
G	2,185.4	117.30	0.05	576,946	10,506	0.009	574,699
H	2,220.4	134.60	0.06	586,177	12,056	0.001	584,256

* E: Eggs died during the time of artificial selection.
F: Eggs died during incubation after artificial selection in hatchery trough.
G: Alive eggs transferred into the fry rearing pond.
H: Total of eggs defined above.

Ⅱ 稚魚数の推定

稚魚数の推定には，前述のように，1 kg 当りの尾数として算えた資料だけを用いた。虹別では 15 回分，札内では 14 回分の標本から計算した統計値は Table 3 の通りである。最終欄には，虹別の場合だけについて，卵の場合と同様に，推定の対象となつた稚魚（152 回の秤量分）の全数をあげた。

Table 3. Statistics on the number of fry computed from the counting of 1 kilogram eggs.

* Localities	Number of fry per weighing ($\bar{x}$)	Standard deviation (Sx)	Coefficient of variation (Cx)	Sample estimate of total eggs (T)	Confidence limits of T (95%) (T±)	Precision of T (CV)	Number of total fry which counted individually (T')
Nijibetsu	2,647	113.59	0.04	402,344	9,108	0.011	399,260
Satsunai	2,156	89.33	0.04	260,833	5,892	0.011	–

* At Nijibetsu; 15 cases of weighed samples drawn at random from all of 152 weighing.
At Satsunai; 14 cases of weighed samples from 121 weighing.

考　　察

1. 卵数の推定について

卵数の標本調査による推定にあたつては，標本の抽出単位として，この実験のように，ふ化盆が最も適当であると思われる。この場合，卵の収容時に，出来るだけ，盆に均一になるように盛ることが必要である。現在のところ，ふ化室の収容能力の点から，卵は，盆に1段に盛らずに，1段半位の割合で，人手で盛られているので1盆当りの卵数のバラツキが，まずここで現われる。

次に，ふ化過程で，死卵が出ることはさけられない。しかも，この死卵が，何等かの原因で，部分的に大量に生ずることがある。これは予測出来ない場合が多いだけに，これも盆当りの死卵数の，バラツキの大きくなる原因の1つである。

次に，標本数であるが，本来これは，労力と費用の問題である。しかし，ふ化場の場合，死卵だけについて云えばこれは問題ないと云える。即ち，ふ化過程で生ずる死卵は，他の生卵への悪影響を考慮して，一定の時期に全部の盆について摘出される慣習になつているからである。生卵については衝撃に最も強いとされている，発眼期以後に算えれば，機械的な算定操作が工夫される余地は充分にある。例えば，この実験の場合，簡単な穿孔板を使用しただけで，その算定能率が著しく高まつたばかりでなく，間違も非常に少くすることが出来た。

最後に，標本調査にあたつて，実際問題として，卵は一度に収容される訳ではなく，毎日連続して，或は数日おきに入つてくるものであるから，卵の収容が全部終つてからでなければ，統計値を算出出来ない。したがつてある精度を目標にして卵数を推定する場合，この実験のような，過去の統計値が必要になつてくる。

2. 稚魚数の推定について

稚魚数の算定は，卵数のそれにくらべて面倒である。稚魚数の推定のために標本調査の方法を適用するについても，まず，標本の抽出単位として，なにを選ぶかが問題となる。これは稚魚の算定方法によつて違つてくる訳であるが，算定の方法自身も，池の状態などともからんで，各地各所で，最も適当と思われる方法が工夫されなければならない。

ここでは，重量法による実験例をのべたが，これも測定誤差が大きく入つてくる可能性がある。例えば，稚魚を掬つたときの水の切りかた，掬う回数，秤の感度，稚魚以外のもの（例えば，木片，木の葉，水藻など）の混入。稚魚の大きさの違いなどである。これらに対する配慮の有無は，推定の精度に大きく影響してくる。

これらのうち，どうしてもさけられないところの，稚魚の大きさの不揃い（ふ出日のずれ，成長度の違いなどによる）と云う問題だけを，便宜的に稚魚について検討してみた。即ち，秤量の際，稚魚以外のものの混入を防ぎ前記の秤量条件を一定にする点で，細心の注意がはらわれているので，稚魚の大きさの不揃い以外の条件を毎回一定と見做し得ると仮定して，算定日毎（4月7日から16日までの10日間）の，1kg当りの稚魚数に差があるかどうかを分散分析によつて検定した。その結果は Table 4 の通りである。

このように，この実験の期間に関する限り，算定日毎の平均値の差はないものと見做される。しかし，実際に大量の稚魚をこの方法で算定する場合，毎回の秤量条件を一定にするということは容易ではなく，むしろ，稚魚の大小は小さな問題となるだろう。そして，実際にこの方法で稚魚数を推定する場合，この程度の精度（Table 3）を維持するためには卵数の推定の場合と違つて，非常な注意力と労力と時間を要するものと思われる。

Table 4. Analysis of variance on the number of fry computed from the counting of 1 kilogram eggs at different days.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square
Total	151	1,428,075.3	
Within days	7	179,974.1	25,710.59
Between days	144	1,248,101.2	8,667.37

$F = 2.97$

$F_{(0.05)} = 3.27 \qquad n_1 = 144, \quad n_2 = 7$

摘　　要

人工ふ化で生産された，鮭の卵及び稚魚数の推定に，標本調査の方法を，実験的に応用した。卵については死卵数，採卵数及び収容卵数の総数を，また，稚魚については，1 kg 当りの稚魚数として算えたものについて，その総数を推定し，それぞれの精度を求めた。また稚魚の 1 kg 当りの平均数に，算定日毎の差があるかどうかを分散分析で検定した。

現在までのところ，この種の資料はないので，この実験的な統計値でも，今後の卵数及び稚魚数の推定の実際にあたつて，有用な資料となるであろう。しかし，放流稚魚数の推定については，卵の場合と違つて，実際問題としてこの方法を応用するにあたつて，稚魚の算定方法自身が，まず検討されなければならない。

文　　献

斎藤金一郎・浅井　晃：「標本調査の設計」，培風館（昭和 26 年）
坂野栄市：孵化場試験報告，9（1・2），133～136（1954）
スネデカー：「統計的方法」，岩波書店（昭和 27 年）
山本　忠：「漁獲統計標本調査法」，農林統計協会（昭和 29 年）

サケの発生におけるケトエノール分泌胞と胚組織との関係（予報）

委嘱　西田秀夫
（北海道学芸大学・岩見沢分校）

A Preliminary Report on the relation of Blastoderm and Vacuoles secreting Ketoenol Substance in the Course of Salmon Development.

Hideo NISHIDA
(Iwamizawa Branch, Hokkaido Gakugei University)

This is a preliminary report on the morphological nature of the blastoderm and the vacuoles secreting ketoenol substance during the early development of the salmon egg, *Oncorhynchus keta*. Adding to this, some considerations are made on the relation of the blastoderm and vacuoles secreting ketoenol substance.

The preparations were made mainly by means of Hamazaki's carbolic fuchsin-iodine procedure for deoxyribose-nucleotides (KFJ method).

The specimens examined in this study are those at the following six stages : unfertilized and not in water, unfertilized and in water, fertilized and not in water, fertilized and in water, 8-cell stage and later segmentation stage.

The vacuoles secreting ketoenol substance are found on or in the cortical layer of eggs except unfertilized and not in water one and the vacuoles are also found in the blastoderm. The content of the vacuole is considered to be coloidal substance.

Numerous granulus materials are found in the perivitelline space of blastoderm periphery. Such materials are considered to be secreted from the vacuoles.

The surface of the blastomere is irregular in shape and indistinctly outlined at some parts where it adheres to the granulus materials existed in the perivitelline space.

Among the blastomeres of the blastoderm, considerable number of amoeboid cells are also recognized.

In conclusion, it is considered that the blastoderm is in close relation with whole egg substance not only internally in itself but also externally at its surface.

著者（'57）はサケ（*Oncorhynchus keta*）の発生を浜崎の石炭酸ヨードフクシン法（KFJ 法）によつて観察した結果新らしい分泌胞を発見し，これをケトエノール分泌胞と呼んだ。この分泌胞は KFJ 法によつて特に明瞭に認められるものであつて，今迄見出されなかつたのは主として他の固定・染色法によつては保存及び染色が

北海道さけ・ます・ふ化場研究業績第 144 号

難しいからであろうと考えられる。この分泌胞が或は固定・染色による人為的なものではあるまいかとの疑問も持たれるが，この疑問を解く方法として次のことが考えられる。即ちこの分泌胞が発生の過程に何等かの役割を果していると考えられる形態学上の知見が得られるかどうかということと，種々の固定・染色に対してどのように異つた反応を示すのか，或はこの分泌胞の組織化学的組成はどうかを検討することである。

此処に報告する内容は主としてこの分泌胞が発生の過程になんらかの役割を果し得るものかどうかを形態学的に検討した結果である。

研究にあたり御指導いただいた，北大市川純彦教授に深く感謝すると共に，材料の提供に便宜を計られた北海道鮭鱒孵化場に対し感謝の意を表する。

材料及び方法

観察した発生段階は次の 6 段階である。

1．未受精卵　　2．受精未接水卵　　3．未受精接水卵　　4．受精後接水卵

5．8 細胞期　　6．卵割後期

固定には浜崎の A 固定液を用い，染色は石炭酸ヨードフクシン法で行つた。

結　　果

未受精未接水の卵の原形質を見るとケトエノール分泌胞（以下分泌胞と略す）と認められるものは見出されない。これは観察した材料の不足によるものか，又固定後卵膜を取り去る時に失われるのか不明である。勿論未受精卵でも水に入れたものでは原形質は動物極を中心に集り，分泌胞の存在を確認できる。この分泌胞の分布は殆ど動物半球表層部に限られ，大きさは 18μ～45μ で一定していない。概して胚盤にあるものは小さく，胚盤周縁部のものは大きい。形は大体球形であるが不定形のものも相当ある。分泌胞の内容物は青紫色に染まり，内部に充満している場合もあれば，充満しておらず間隙があるもの，又中空で分泌胞の内壁に粒状のものが附着している場合もあり一定していない。分泌胞の内容物を形態上から想像するとコロイド状のものであろうと考えられる。分泌胞は受精した卵であれば水に接しないものでも見られるが，接水の卵にくらべれば少いように考えられる。勿論受精後水に入れた卵では，この分泌胞は顕著である。

次に 8 細胞期には連続切片の写真（Figs. 1 — 6）に示すように著しい変化が認められた。即ちこの時期では分泌胞の外に囲卵腔に大小多数の顆粒がある。この顆粒の大きさは全く不定で，小さな顆粒が集つて群をつくつているようにみえたり，大きな顆粒の周りにむらがつていたりしている。又顆粒の染まり方も一定していない。例えば，殆ど染まらないが，光の屈折によつて見られるもの，うすく染まつているもの，又濃く染まつているもの等である。色は大体紫色から赤色である。

分泌胞は胚盤と胚盤周縁部とにあるが，胚盤では割球の周辺と共に割球内部にもある。又周縁部にある分泌胞は卵表層の原形質中に，或は卵表面に突出して見出される。突出したものでは，その内容物は囲卵腔に出され，小さな顆粒に変化していると考えられるものが多数ある（Figs. 5，6）。又割球の近くの卵表に突出した分泌胞の分泌物が割球の表面に附着しているものも屢々見受けられた（Fig. 7）。

一方割球の性状特に割球の表面の状況を詳細に観察した結果，興味ある現象が認められた。即ち割球の表面は一様なものでなく極めて変化に富んだものであることが明らかになつた。例えば Fig. 5 に見られるように割球の表面はある処では明瞭な境界によつて囲卵腔から区別され，表面も平であるが，他のある割球表面のある部分は凹凸がはげしく，あたかも原形質膜の存在を疑うような部分も見出される。このような部分は Figs. 8—10 に更によく現れている。この部分を更によく観察すると，前述した囲卵腔の特に胚盤周縁に分布する顆粒が附着しているのが見られる。そしてこの現象は特に周辺部にある割球に著しい。Fig. 1 は胚盤の端にある割球の切片であり，Fig. 6 は胚盤中央の断面であるが，この両方を比較すると端にある割球に囲卵腔の顆粒が多く附着することが想像される。しかし胚盤頂上部でも屢々上述の如き関係が認められる（Fig. 10）。

次に卵割後期のものを見ると前述の 8 細胞期に見る様な囲卵腔の多数の顆粒は認めにくい。しかし胚盤の割球の性状を吟味して見ると前述と同様の形態像が得られる。特に周辺部をつくつている割球ではその表面が明瞭で

ないものが数多くある。Fig. 11 に示されているように，その表面に分泌胞の内容物と考えられる物質が附着しているのが見出された。更に又胚盤内部の細胞をよく観察すると輪廓のはっきりしないアメーバ状の細胞が多数，輪廓の明瞭な普通の割球に混つて存在することが見出された（Fig. 12）。尚此の時期にも勿論，卵表或は胚盤下部に多数の分泌胞が分布している。

考　　察

浜崎の KFJ 法により顕著に認められるこの分泌胞がはたして単なる人為的な物かという問題を検討するに，先ずこの分泌胞に相当すると思われる空胞がブアン液固定・ヘマトキシリン・エオシン染色の標本に見出せることがあげられる。この場合その内容物は殆ど認めがたいものであるが，わずかにあることもあるし，又卵表面に空胞が散在することも認められる。

KFJ 法による分泌胞が発生の過程中連続して存在し，受精しなくとも卵が水に接することによつて顕著に現れることは，サケ卵が接水によつて付活される現象と考え合せると興味深いことである。更に分泌胞の内容物が直接割球の表面に附着したり，割球内に含まれたりしている。尚又分泌された内容物が顆粒化していることと囲卵腔に見られる顆粒群とを考え合せると，囲卵腔の顆粒群は分泌胞の分泌物によるものではないかとの考え方も可能である。このように見てくると分泌胞は人為的な物であると簡単に考えてしまうわけにはゆかないものと思われる。勿論この分泌胞の形やその内容物が標本に見るものと生きた状態のものとではかなりの相違があると考えられる。即ち囲卵腔に見られる顆粒も生体では顆粒ではなく一様なコロイド状のものであるかもしれない。

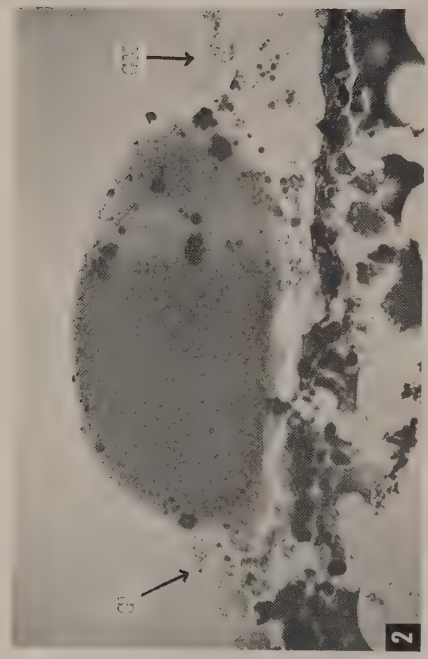
一方割球の表面の性状を検討してみると，割球の表面が部分によつて凸凹がはげしく，輪廓が不明瞭である点から考え盛んに運動していると思われるし，更に又囲卵腔に見出される顆粒群が附着し或は分泌胞の分泌物が附着する処を見ると割球がその表面から何か物質を吸収しているのではないかとの考えも可能になつてくる。こう考えると割球は分裂によつて増殖すると共に，その表面からある種の物質を吸収して成長分化してゆくものではなかろうかと思われる。

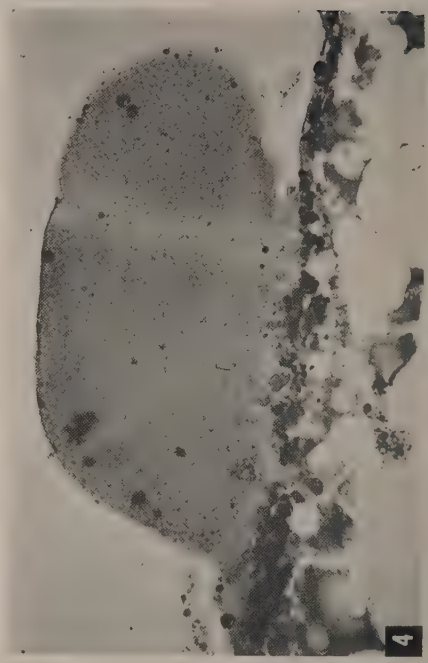
他方卵割後期の細胞に普通の割球に混在してアメーバ状細胞があるが，この細胞が白上（'58）が両生類で観察しているのと同様のものであるかもしれない。

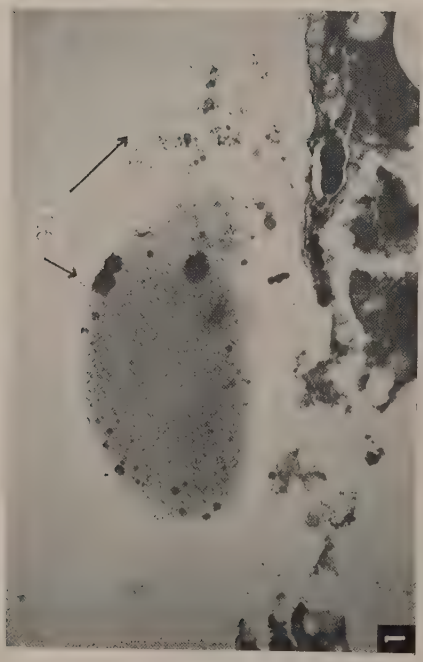
引　用　文　献

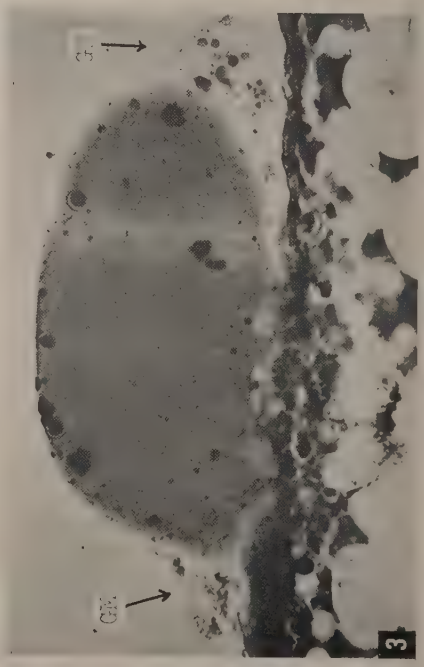
1．西田秀夫　1958　サケ（*Oncorhynchus keta*）胚の periblast の構造　北海道さけ・ます・ふ化場報告 12, 31～36。

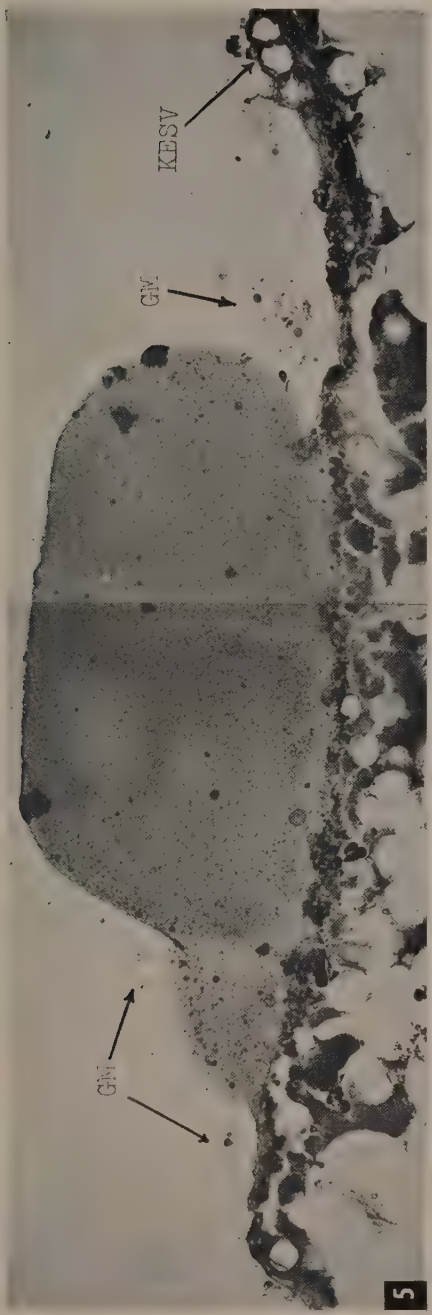
2．白上謙一　1958　両生類の発生細胞学　団勝麿・山田常雄（共編）発生生理の研究　221～264，東京：培風館。

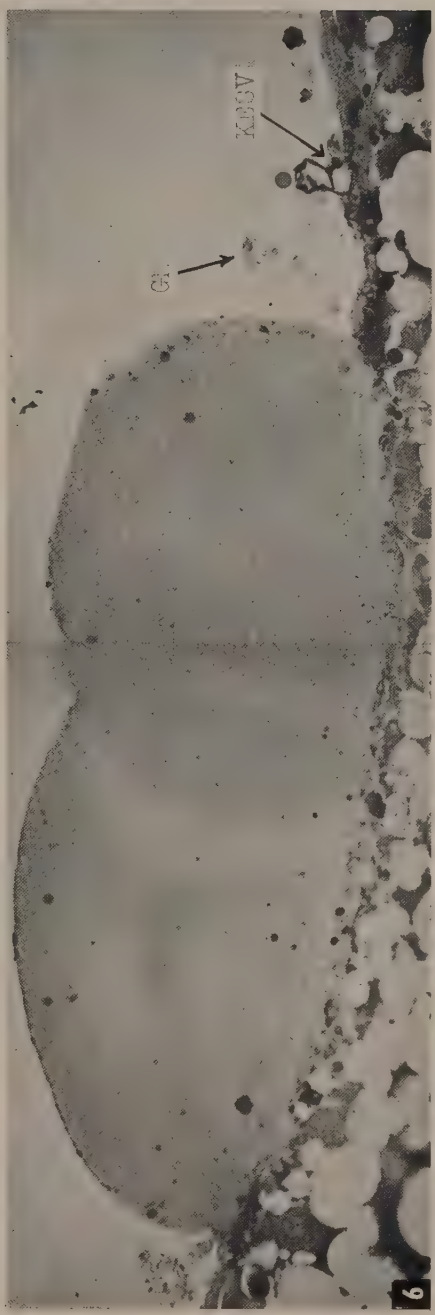


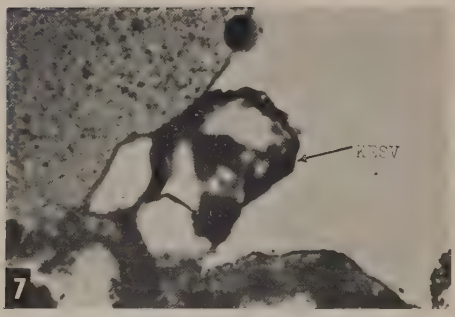




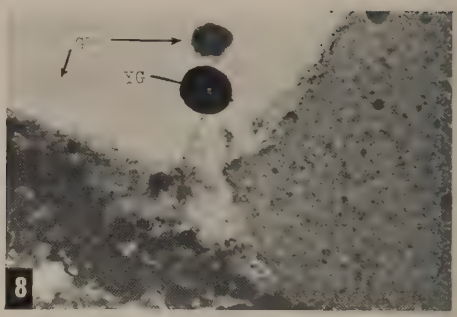



KESV
GV
GM
5

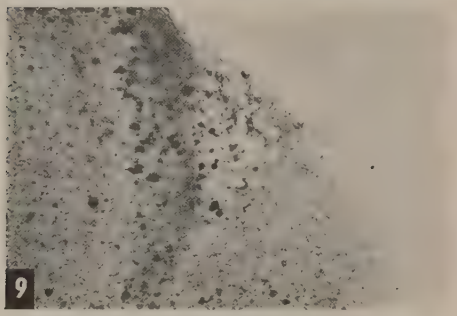

KESV
GM
6



7



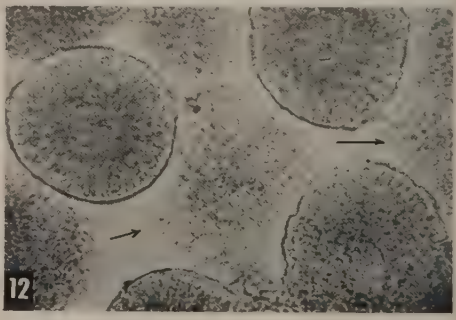
8



9

10

11



12

Explanation of figures

1—6. Serial sections through 8-cell stage blastoderm. Showing 6 sections from peripheral region to central in order. ×150. KESV : vacuole secreting ketoenol substance. GM : granulus materials in perivitelline space.

7. Showing the adherence of vacuole secreting ketoenol substance (KESV) to the surface of blastomere. 8-cell stage. ×600.

8. Showing the edge of blastoderm. Yolk granule (YG) and granulus material (GM) pushed out from cortical layer. Notice the surface of blastoderm. 8-cell stage ×600.

9. The figure shows the surface of peripheral blastomere. The surface is irregular in shape and indistinctly outlined. 8-cell stage. ×600.

10. The figure shows a part of upper surface of blastoderm. The adherence of minute granulus material (GM) is recognized at the surface of blastomere. 8-cell stage. ×600.

11. Showing the materials secreted from vacuoles (MS) attaching to blastodermal cells. Later segmentation stage. ×600.

12. Amoeboid cells are recognized at the right end and at the center of this figure. Later segmentation stage. ×600.

ヒメマスの研究—I

—十和田湖のヒメマスについて—

徳　井　利　信

Studies on the Kokanee Salmon in Lake Towada, northern Honshû, Japan.* (1)

Toshinobu TOKUI

In Japan, the land-locked form of the red salmon lives in about twenty different lakes. It is called "Hime-masu" in Japanese. "Hime" means a lovely girl and "masu" the salmon ("masu" often means the trout in Japan), so "Hime-masu" really designates the dwarf form of the red salmon. In Japan the kokanee salmon has been indigenous to only in two lakes, namely Lake Chimikepp, Kikami Prov. and Lake Akan, Kushiro Prov. both in Hokkaido. Since 1893, it had been transplanted to several lakes in Japan from Lake Akan. Before the end of the Second World War, the eyed eggs of the red salmon were directly transplanted to several lakes in Japan from the lake of Etorof Island, Southern Kuriles. On account of the nice taste, the kokanee salmon in Japan has been overfished and its number has gradually decreased. To adjust the decrease of the number of this fish, Government established the National Towadako Hatchery by lake-side of Towada, which is the most suitable place for the present salmon. Now, Towadako Hatchery is devoting attention to the distribution of the eggs of the kokanee salmon to the other lakes and is considered as being developed the distribution centre. The writer engaged in the hatchery operation for five years from 1952 to 1957 and summarizes his study as follow:

1. The total length and the body weight of the released free swimming fry fed in Towadako Hatchery were measured. The eggs of the present materials were obtained in Lakes Shikotsu, Tsuta and Towada. The measurements reveal that the body weight of the free swimming fry of kokanee salmon has a coefficient of variation of about 20%, and that for total length is close to 5%.
2. The total length and body weight of the spawning were measured. The body becomes larger every year. That growth is caused by decrease of the density of the population. The decrease of the catch indicates this fact.
3. The difference of number of ripened eggs according to the left and the right lobes of ovary has been reported, but such difference is doubtful according to the results of the present study.
4. The total length and the body weight of the unmature fishes caught in winter suggest those of spawning fish in the preceding autumn.
5. At last, data on the recent propagation of the kokanee to the other lakes of Japan from Lake Towada are shown in the accompanying figure.

---

* 日本に分布するヒメマスとカナダ，アメリカ産のものと同一種であるかの分類学的研究は今後にゆずり，陸封性ベニマスの一般呼称として Kokanee Salmon を使用した。

北海道さけ・ます・ふ化場研究業績　第145号

緒　　言

ヒメマスについては多くの研究者によつて，いろいろな報告がなされてきた。しかしいまだ解明すべきことが多い。それは，この魚の棲息湖がいずれも山間へき地にあつて，調査研究に不便をともなうことによるものと思われる。しかしヒメマスは現在本邦における20近くの湖沼に分布し，ベニマスの陸封型として学問上興味が多いのみならず，湖沼付近では主要な漁獲物として大きい役目をはたしている。またほかの salmonoid fish とことなり，おもに plankton-feeder であり，冷水性で持味のすぐれている点からも，日本に多いカルデラ湖沼へのすぐれた放流種である。そのヒメマスの本邦において最も棲息に適していると思われる十和田湖への孵化放流を1952年から水産庁で行なうようになり，筆者が創設から1957年までその作業に従事して，収録したデータについて報告したい。

放流稚魚の全長及び体重

1953年放流の十和田湖産稚魚

1952年秋に採卵のものを，翌年3月9日から4月27，28日の放流まで鶏卵で飼育し，約4万尾の稚魚を放流するにあたり，計数して100番目にあたる稚魚を1尾ずつ抜取り375尾を得，ただちにホルマリンにて固定し全長と体重を測定した。その結果は表1．のごとくである。

表 1. 1.　放流時のヒメマス稚魚の体重組成（個体数）．1953.

体重 (g)	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	合計	平均値 (g)	標準偏差 (g)	変動係数 (%)
十和田湖	9	17	18	40	47	57	54	42	43	29	11	5	2	1	375	0.125	0.0256	20.5

表 1. 2.　放流時のヒメマス稚魚の全長組成（個体数）．1953.

全長 (mm)	23	24	25	26	27	28	29	30	31	合計	平均値 (mm)	標準偏差 (mm)	変動係数 (%)
十和田湖	3	8	36	55	121	86	58	7	1	375	27.17	1.37	5.0

表 1. に見られるように体重並びに全長とも正規分布をしており，とくに体重は平均値から大なる範囲には，てい減的に分布しているが，小なる範囲には0.06g以下は分布していない。これは体重の小なるものは飼育中にへい死して，放流時まで生存しえないものと考えられる。

十和田湖産と支笏湖産稚魚

1954年1月に支笏湖産発眼卵を約5万粒移殖したので．十和田湖産のほぼ同一ステージの卵を同数とり，可能な限り同一条件で飼育した。放流にあたり約5万尾の飼育槽をよくかく拌して，その中から任意に100尾を抜き取つた。そして全長及び体重を測定した結果は表2．のごとくである。

表 2. 1.　放流時のヒメマス稚魚の体重組成（個体数）．1954.

体重 (g)	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	合計	平均値 (g)	標準偏差 (g)	変動係数 (%)
十和田湖	6	11	23	28	15	12	3	2	100	0.0793	0.0156	19.6
支笏湖	11	23	31	23	8	3	1		100	0.0707	0.0129	18.2

表 2. 2.　放流時のヒメマス稚魚の全長組成（個体数）．1954.

全長 (mm)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	合計	平均値 (mm)	標準偏差 (mm)	変動係数 (%)
十和田湖			4	10	18	38	23	5	2	100	25.89	1.246	4.8
支笏湖	1	5	15	26	30	17	2	4		100	24.58	1.386	5.6

表 3. 1. 放流時のヒメマス稚魚の体重組成（個体数）. 1955.

体重 (g)	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	標本数	平均値 (g)	標準偏差 (g)	変動係数 (%)
十和田湖	1	2	1	11	35	60	61	56	48	20	13	19	8	4	6	1	0	1	347	0.129	0.026	19.9
蔦　沼				1	0	3	8	15	33	36	25	12	12	2	2				185	0.155	0.021	13.8

表 3. 2. 放流時のヒメマス稚魚の全長組成（個体数）. 1955.

全長 (mm)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	標本数	平均値 (mm)	標準偏差 (mm)	変動係数 (%)
十和田湖	3	2	52	110	101	48	21	9	0	1					347	27.68	1.30	4.7
蔦　沼			2	12	31	70	45	16	4	1	2	1	0	1	185	29.30	1.45	4.9

十和田湖産の稚魚は3月22日から4月11日までの21日間，支笏湖産は成長が遅れたので3月12日から5月1日までの50日間，脱脂粉乳と鶏卵で飼育した。それにもかかわらず十和田湖産稚魚の全長及び体重平均値が大であつた。この採卵に使用した1953年の支笏湖産親魚は，三原・江口（1955）によると，体重平均値93g，体長平均値20.2cm，肥満度11.44というわい小型であつた。すなわち親魚のわい小化が卵の不良化となり，孵化稚魚の不良化となつたものであろう。したがつて十和田湖，支笏湖のようにヒメマスの原種漁場として優良卵を供給する湖は，産卵群のわい小化を防ぐ必要があると考えられる。稚魚の大きさは十和田湖と支笏湖で非常にことなるが，その変動係数は全長が約5%で，体重は約20%であつて，これは産地によらないヒメマス稚魚についての固有値であろう。

十和田湖産と蔦沼産稚魚

1954年11月に，青森県八甲田山中に位置する蔦沼から約2万粒を移殖したので，ほぼ同数の十和田湖産卵をとり，可能な限り同一条件で飼育し，放流にあたり飼育槽をよくかく拌してガーゼの手網で一すくいし，全長及び体重を測定した結果は表3．のごとくである。

表3．に見られるように蔦沼産の稚魚が全長及び体重とも大であつた。この採卵に用いた産卵群の全長及び体重は表4．のごとくである。

表 4. 蔦沼産ヒメマス産卵群の全長・体重（1954）

	♀	♂
標本数	21	17
全長平均値	25.84cm	26.16cm
標準偏差	0.85cm	0.78cm
変動係数	3.5 %	3.0 %
体重平均値	192 g	194 g
標準偏差	18.3 g	15.6 g
変動係数	9.5 %	8.1 %

表4．によれば，蔦沼産親魚の変動係数は同じ年の十和田湖産親魚（表5.）の½で，非常によくそろつた産卵群であつた。そして，そのような親魚から得た卵は優秀で，孵化稚魚もすぐれていたものと思われる。これは前年の支笏湖産稚魚と反対の場合である。このように変動係数のことなる産卵群から得られた卵を孵化飼育した稚魚の変動係数は，十和田湖並びに蔦沼とも大差がない。したがつて稚魚として湖に放流される時は同じ変動係数でも放流されてから産卵群になるまでに〝不そろいの魚〟になるか，〝そろつた魚〟になるか異つてくるのであろう。

次に同一面積の飼育槽で約5万尾を飼育した場合（表1.表2.）と，約2万尾を飼育した場合（表3.）の差が観察される。これ

によると飼育密度の少くないときは極端に成長のよい，いわゆる〝飛び〟の現象があらわれている。

以上3ヵ年間に十和田湖，支笏湖，蔦沼のヒメマス卵を孵化飼育した稚魚について，一般に次のようなことがいえるだろう。

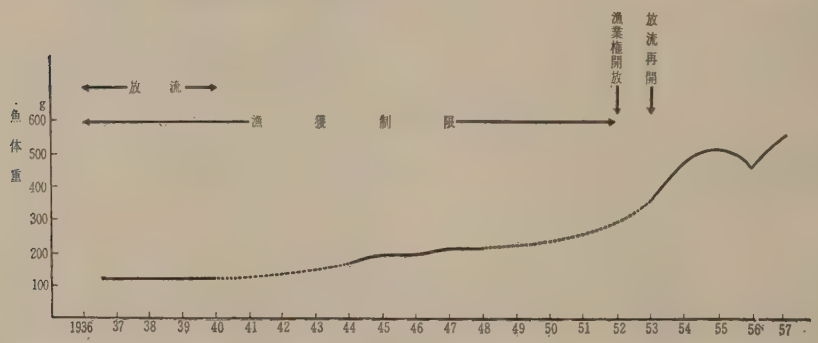
いろいろな抜取り方法を用いたが，いずれも体重の分布についてはその大きい範囲には，てい減的に分布しているが，小なる範囲は飼育中にへい死して放流まで生存しないらしく，分布もこれを示している。放流時における稚魚の変動係数は全長については約5%，体重は約 20% であつて，これは産地，飼育の密度，餌の質，飼育期間によらない値である。

稚魚の飼育に使用した飼育槽は内側の長さ 430cm，内側幅 66cm，水深 25cm で約 1.5 個の水を 6 槽に分水している。水温は周年約 8.0 °C である。水質は森田（1955）によると，1953 年 8 月 26 日の採水では，水温 8.2°C pH 7.0，Cl 3.6mg/l，Cu 0.5 μg/l，　Zn 1.5 μg/l で，1954 年 10 月 19 日の採水によれば可溶性無機態の phosphate-P は 40μg/l である。

産卵群の全長及び体重

十和田湖におけるヒメマス産卵群の体重は図 1．に見られるように，放流が行なわれ漁獲の制限されていた 1936 年から 40 年頃は約 120 g で，第二次大戦の前後に放流が停止されると魚体重は漸増し初めている。しかし

図 1.　十和田湖産ヒメマスの放流，漁獲制限時代から現在にいたる魚体重（産卵群）の変化
1936～1948 の資料は水産庁（1950）による。



この時代は漁業権が個人で，きびしい漁獲制限が行なわれ，湖中におけるヒメマスの棲息密度は大で，魚体の増大は著しくない。しかし放流が停止されると，産卵群の体重が漸増し初めたことは確である。その後，1952 年に漁業権が個人から漁業組合にうつり，60 人余の漁師が漁獲に従事して乱獲におちいり，湖中の棲息密度は大いに減少し，それに反比例して魚体は急激に増大した（図 2．表 5．）。このように増大した魚の漁獲されるのは湖中における魚の棲息密度が小さい。すなわち湖の生産量からいって，さらに棲息密度を増加しうる状態にある。いいかえると湖沼の増殖管理が適切でない一つの徴候になりうると思われる。また 1956 年における産卵群の魚体（図 2．表 5．）のように，年々魚体の増大の傾向の途中に魚体の小さい年が起りうる。この年の産卵群（♀）の変動係数は全長が 7.3 %，体重は 29.4% で，例年に比し非常に大である。変動係数が大きいということは魚が不揃いであり，それは棲息密度の小さいことを意味する。棲息密度が小であつたにもかかわらず魚体が小さかつたのは，その産卵群の生長過程において環境条件が悪かつたと考えるべきであろう。一つの湖の増殖管理が適切に行なわれ，その湖の生産量に相応する漁獲量が漁獲されているかどうかを推定する場合に，魚がそろっているか，不そろいであるかが一つの指標となりうると考えられる。海産の回遊魚のごとく広大な水域を棲息圏とするものについても，漁師は初漁期の漁獲魚を見て，その〝そろい〟〝不そろい〟の状態をもつて，漁獲の豊凶を定める一つの目安にしている。まして閉塞された狭小な湖沼においては，なお一層この現象は顕著にあらわれると考えられる。1954 年における蔦沼産親魚の全長の変動係数が 3 %，体重は 9 %で非常によくそろつた魚の漁獲されたのも，湖がわずか約 0.05km² で，その増殖管理が適切に行われていたためであろう。

表 5. 1. 十和田湖産ヒメマス産卵群の体重組成（個体数）

年次	性	体重（g） 200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	合計	平均値（g）	標準偏差（g）	変動係数（%）	備考
1953	♀	2	11	38	20	18	15	2	1											107	346.3	70.6	20.4	採卵に用いる♀から10尾に1尾の割で無作為に抜取り。
	♂		1	8	28	29	23	7	2	2										100	402.0	65.5	16.3	受精に用いた♂から100尾抜取り。
1954	♀		7	24	53	77	79	103	42	32	13	5	3	2	1					441	463.3	99.7	21.5	採卵に用いる♀の全数。
	♂		1	7	19	36	42	41	38	16	12	5	5	2	1	0	2			227	546.5	114.8	21.0	受精に用いた♂の大部分。
1955	♀		6	15	19	49	41	61	48	39	32	32	12	8	12	0	1	1	1	345	517.8	129.7	25.0	採卵に用いる♀の大部分。
1956	♀		2	21	28	33	30	20	21	10	5	5	2	1						178	448.9	111.6	29.4	採卵に用いる♀から6尾に1尾の割で無作為に抜取り。
1957	♀				1	2	3	7	6	11	6	3								39	561.5	86.3	15.3	蓄養池へ運搬途中に斃死したもの。したがつてそろつた魚が選択された可能性がある
	♂					1	1	8	7	5	4	4	1	3						34	595.6	103.2	17.3	

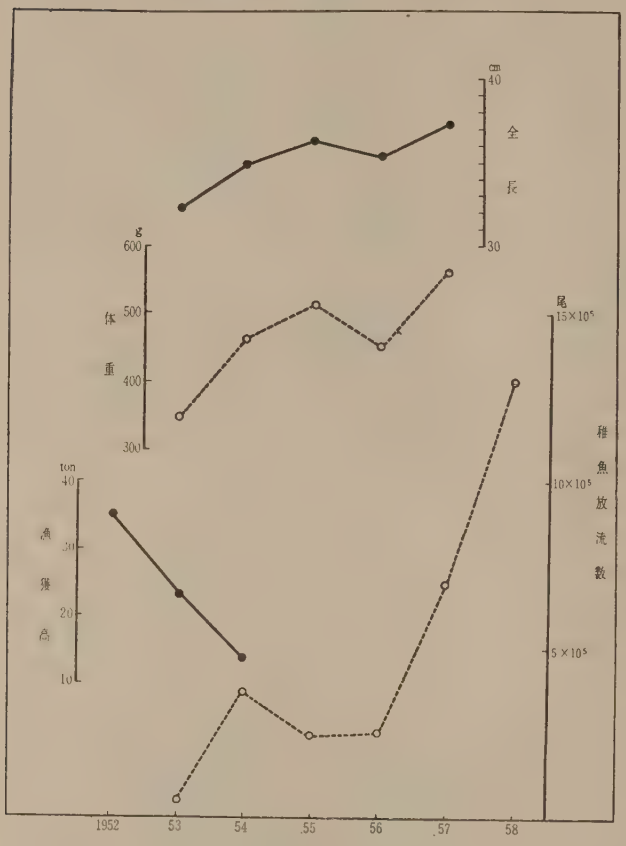
注　級区間は175g から225g というようにとられてある。

表 5. 2. 十和田湖産ヒメマス産卵群の全長組成（個体数）

年次	性	全長（cm） 23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	合計	平均値（cm）	標準偏差（cm）	変動係数（%）	備考
1953	♀							2	6	13	7	7	6	3	1	1											46	32.13	1.84	5.7	体重測定の標本の一部
	♂							1	2	11	18	30	20	13	1	4											100	33.15	1.55	4.7	抜取りは体重の項に同じ
1954	♀							2	8	18	35	62	66	90	71	49	18	11	8	3							441	34.79	2.17	6.2	〃
	♂									2	3	11	28	41	41	35	24	21	7	8	4	1	1				227	36.44	2.29	6.3	〃
1955	♀								5	7	11	32	23	29	47	46	31	25	19	10	10	0	0	3			298	36.39	2.87	7.9	体重測定の標本から尾鰭の損傷したものを除く
	♂	1									1	3	10	15	20	7	12	9	8	10	2	1	1	0	0	1	101	37.02	3.08	8.3	受精に用いた♂から抜取り
1956	♀									8	17	20	25	29	23	13	15	17	5	5	1						178	35.43	2.59	7.3	抜取りは体重の項に同じ
1957	♀										1	0	2	5	4	8	5	9	2	3							39	37.41	2.10	5.6	〃
	♂													3	6	10	4	2	4	4	1						34	37.85	1.99	5.2	〃

注　級区間は22.5cm から23.4cm までというようにとられてある。

図 2.　最近における十和田湖産ヒメマス産卵群（♀）の全長，体重及び総漁獲高，稚魚放流数



上述のような状態にある十和田湖に 1953 年から放流が再開 された。そして当時の放流数は図 2．のごとく，わずかで魚体の大きさに影響を与えるほどに至つていない。しかし，1957 年には 70 万，58 年には 130 万尾と放流が行われたから，今後放流が継続されるならば現在産卵群の大きさが最大値に達した状態からどのような過程を経て減少し初めるかは興味深い問題である。

近年の十和田湖におけるヒメマス魚体の増大した要因の一つを，その湖中における棲息密度の減少に起因すると考えた。これを十和田湖と共に，わが国における二大ヒメマスの産地である支笏湖産ヒメマスの体重並びに体長の変化と比較してみたい。三原・江口（1955）は，支笏湖産ヒメマスの 1898 年から 1955 年にいたる漁獲尾数，体重及び体長を報告している。この資料にもとずいて年次にかかわらず親魚の捕獲が 1,000 尾以下と 1,000 尾以上の二つにわけ，平均体重と体長をさらに平均したものは次の通りである。

体長平均値	支笏湖産ヒメマス	体長平均値
28.7cm	親魚捕獲尾数	25.4cm
	＜ 1,000 尾 ＜	
体重平均値		体重平均値
456 g		272 g

記録にあらわれた限りでは，親魚の漁獲尾数の少なかつたとき，すなわち湖中の棲息密度の少なかつたときは魚体の増大が見られる。すなわち十和田湖で得た結果は，支笏湖にも適用されるのである。

上述は，ヒメマス種間相互の個体減少にともなう魚体の増大についてであるが，次にヒメマスの減少にともなう他種魚類との関係について述べたい。ヒメマスの減少は，その漁獲高にあらわれ図 2．に見られるように，漁業権解放の 1952 年には 34,969kg の漁獲があり，1953 年 23,064kg，1954 年 13,626kg と等差級数的に減少した。これに反して 1953 年に 1,279kg の漁獲高であつたサクラマス* は，1954 年に 3,750kg に増加した。その後におけるサクラマスの推移を知りたく思つたが，ヒメマスの禁漁のためにサクラマスを自家消費する漁師が多く正確

* サクラマス（*Oncorhynchus masou*）の陸封型で湖畔でカワマスと呼ばれている。

な漁獲高を知り得なかつた。ヒメマスの減少にともなうサクラマスの増加をいろいろな点から考察してみた。しかし1年間の推移で，その解釈を保留していた。その後，筆者が十和田湖を去つて実際に観察出来なかつたが，1958年秋の親魚採捕について，1958年10月18日青森毎日の記載によれば「ヒメマスの稚魚を食い荒らすサクラマスが激増，たとえば十和田湖休屋付近で親魚を採捕したところサクラマス98にヒメマス61という数字であつた」と。ヒメマスの年々減少に反比例して，サクラマスが増加したのではなかろうか。そして，その解釈を魚種間の生存競争に求めてみた。十和田湖のネクトンをその生活条件から，沿岸または近岸に棲み藻類や藻場にいる虫類を食うコイ，フナ，スジエビ，ヨシノボリ，カジカと，中層に棲む動物性プランクトンや小魚を食うヒメマス，サクラマス，ニジマス，アメマスの二つの群にわけ，それらはその群聚の中で互いに生存競争を行つていると考えた。ことに salmonoid fish は池で飼育してもわかるように，非常にどん食で生存競争のはげしい魚種である。十和田湖でヒメマス，サクラマス，アメマスが生存競争を行つており，その Dominant species はヒメマスであり，Subdominant species はサクラマスである。ニジマス，アメマスは漁獲高からの推定棲息数はわずかであるから，ヒメマスとサクラマスの競争とみてよい。したがつて Dominant species のヒメマスが減少したため，Subdominant species のサクラマスが増加したと考えられる。

孕　卵　数

ヒメマスの孕卵数については，すでに松井（1936），三原・江口（1957）の報告がある。1953年から1957年の間に，蓄養池で採卵前にへい死した親魚の孕卵数を計数した結果は，表6．1．のごとくである。

表 6. 1.　ヒメマスの孕卵数組成（個体数）

孕卵数(粒) / 年次	350	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	1750	1850	合計	平均値(粒)
1935～1936	14	23	15	5													57	487
1953	1	8	21	34	23	14											101	661
1954			1	3	5	4	4	2	3								22	864
1955				5	6	9	5	6	5	3						1	40	945
1956		1	2	6	9	9	5	1	0	1							34	791
1957				1	5	14	38	7	4	3	2						74	957

注　1935～1936の資料は松井（1936）による。級区間は325粒から375粒というようにとられてある。

図 3. 十和田湖産ヒメマスの孕卵数と体重（横軸，g）との関係（1953～1957）

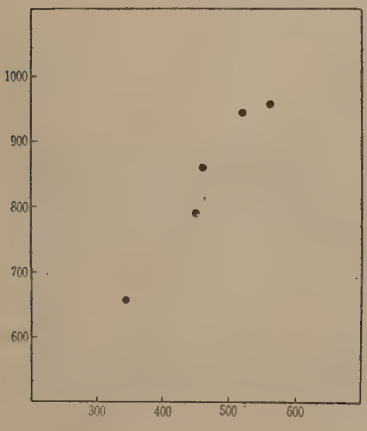


表6．1．から計算した孕卵数平均値は，図3．のごとくに♀の体重平均値に比例している。三原・江口は支笏湖産ヒメマスの採卵数と体長平均値に，松井は十和田湖産ヒメマスの孕卵数と体長との間に指数曲線をあてはめている。体長と孕卵数とを指数方程式で表わすか，体重とを一次式で表わすかは大した問題でなく，むしろ産卵群の体重，体長から孕卵数が推定され，それにもとずいて採卵数が算出されることは，水産増殖上重要であろう。

さらに孕卵数は左右卵巣別に計数すれば，表6．2．のごとくになる。

標本数がことなるので，はつきりわからないが表6．2．に見られるように，いずれも左卵巣の孕卵数平均値は右卵巣より多い。そして図4．に見られるように，その左右の差は孕卵数の増加とともに減少の傾向にある。すなわち魚体重の増加にともない左右の差は減少する。したがつて松井（1936）のいうごとく，左右卵巣の孕卵数の不相称が正常で，相称が異常であるのは，1935～1936年頃における魚体の少なるときの現象であつて，魚体の増大

表 6. 2.　ヒメマスの左右卵巣別孕卵数組成（個体数）

年次	孕卵数（粒）	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	合計	平均値（粒）
1935～1936	右		2	19	25	9	2															57	191
	左			1	15	20	8	8	5													〃	269
1953	右			1	12	28	32	16	8	4												101	295
	左				2	12	17	22	22	16	8	2										〃	369
1954	右					1	2	6	4	5	0	3	1									22	411
	左	1				1	2	3	3	3	2	3	2	0	2							〃	439
1955	右					4	6	8	6	9	1	1	1	3	1						1	40	463
	左					4	4	7	6	5	3	6	2	0	2			1				〃	489

注　1935～1936の資料は松井（1936）による。級区間は 25 粒から 75 粒というようにとられてある。

或いは減少により変動するものらしい。

漁獲魚の全長及び体重

1953 年から 1957 年の 12，1，2 月の冬季に，網目 1 寸 8 分の無地化せん刺網にて漁獲されたヒメマス漁獲魚の全長及び体重は表 7．のごとくである。

7 表からわかるように，1 寸 8 分の網目では体重 100 g，全長 20cm 以上の魚が羅網している。十和田湖のヒメマス資源を維持するために，この網目が適切であるかどうかは今後の研究にまつところである。

漁獲魚と産卵群の体重及び全長の平均値を比較してみよう。漁獲魚は♀，♂こみで測定され，産卵群は♀♂別に測定されているが，産卵群の♀の体重及び全長は♂に比例しているから，単に傾向を見るだけなら測定数の多い♀の測定値を用いてもよい。その結果は図 5．のごとく，いずれも同一傾向にあり冬季の漁獲魚の体重及び全長から，産卵群のそれらが増大するか，減少するかの傾向を知ることが出来る。その理由として年齢についてはいまだ論及できないが，産卵群は 4，5 年性魚からなることはほぼ判明しているので，冬季の漁獲魚も産卵群と同一年級群からなるものと推定される。したがつて冬季に漁獲を行うことは産卵群を採捕することになり，資源維持の上から好ましくないといわねばならない。

図 4.　十和田湖産ヒメマスの左右卵巣孕卵数の年変化．1935～1936は松井（1936）による。

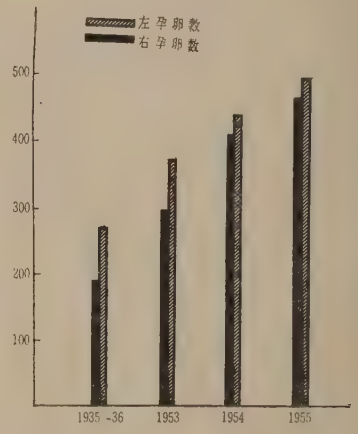


表 7. 1.　十和田湖産ヒメマス漁獲魚の体重組成（個体数）

年次	体重（g） 50	100	150	200	250	300	合　計	平　均　値（g）
1953		46	60	13	1		120	137.9
1954		3	32	14	5	2	56	174.1
1955		3	21	8	7	1	40	177.5
1956		7	24	5	1		37	150.0
1957	1	3	7	5	3	1	20	172.5

注　級区間は 25 g から 75 g というようにとられてある。

表 7. 2. 十和田湖産ヒメマス漁獲魚の全長組成（個体数）

年次 \ 全長(cm)	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	合　計	平均値 (cm)
1953			1	1	5	16	36	24	21	8	5	2	1			120	25.78
1954						6	8	16	12	8	1	3	0	2		56	26.62
1955						5	8	8	5	4	5	4	0	0	1	40	26.82
1956					2	2	13	7	8	4	0	1				37	25.92
1957	1				2	0	2	1	4	2	2	5				20	27.52

注　級区間は 18.5cm から 19.4cm までというようにとられてある。

図 5. 1. 十和田湖ヒメマスの漁獲魚（冬季漁獲）と産卵群（秋季漁獲）の体重

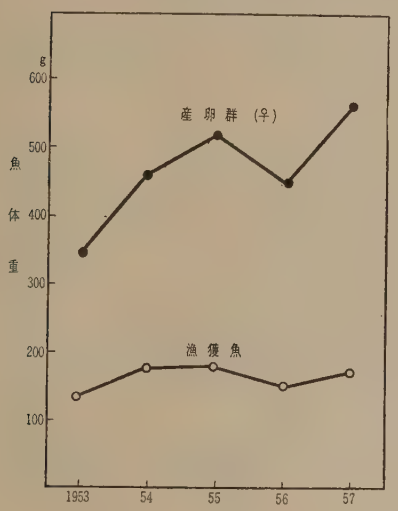
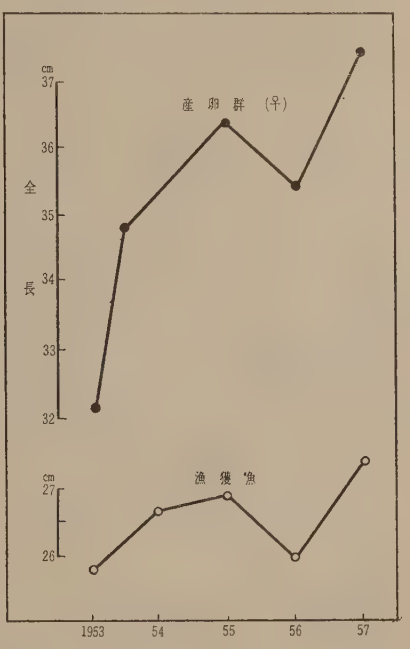


図 5. 2. 十和田湖産ヒメマスの漁獲魚（冬季漁獲）と産卵群（秋季漁獲）の全長



最近における十和田湖を中心とするヒメマスの移殖

ヒメマスが原産地の阿寒湖から，どのような径路をえて現在の布分にいたつたかは，研究を進める上に大切なことである。しかし過去の径路について，これを正確にあとずけることは難かしい。筆者は十和田湖を中心とする最近の移殖について，こんご付加訂正の予想されるものであるが，図 6. として速報的に掲載することとした。なお理解を助けるために関係湖沼の移殖についても一部述べられてある。

要　　約

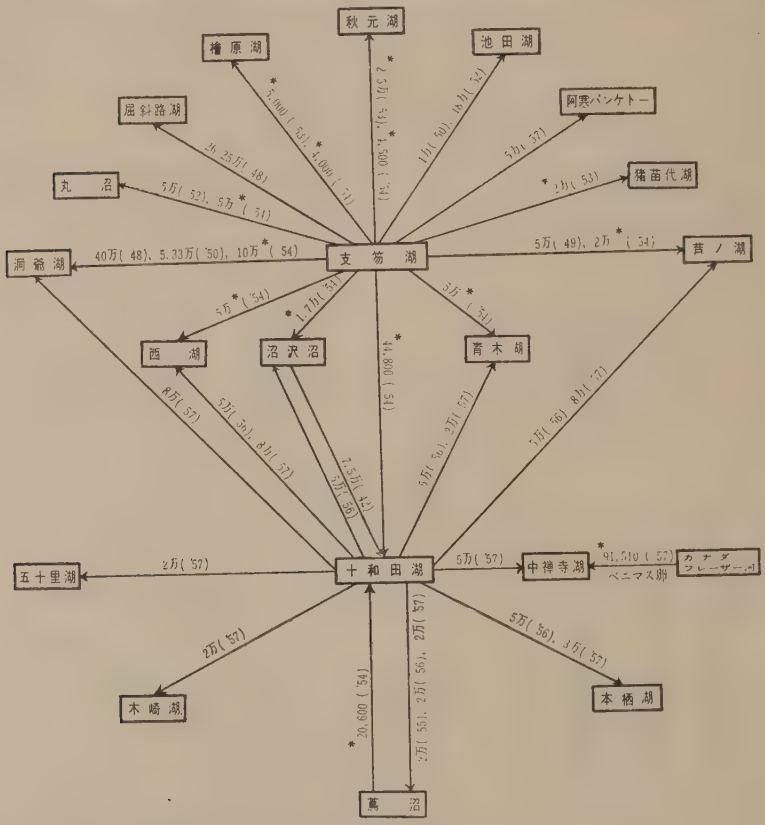
1）　十和田湖及び支笏湖と蔦沼から移殖して，十和田湖畔で孵化飼育した放流時のヒメマス稚魚の変動係数は，産地や親魚の大きさにはよらない値で，全長は約 5％で体重については約 20% である。

2）　最近における十和田湖ヒメマス産卵群の魚体の増大は湖中における，その棲息密度の減少に起因している。

3）　ヒメマスの孕卵数は魚体重に比例し，左右卵巣の孕卵数の差は魚体の増大にしたがい減少する。

4）　冬季間に漁獲されるヒメマス漁獲魚の全長及び体重から，産卵群の魚体が前年に比して増大するか，或いは減少するかが推察される。

図　6.　最近におけるヒメマス卵の移殖径路（＊は稚魚の放流数と放流年を示す）1978年10月現在



5）　十和田湖を中心とした最近におけるヒメマスの移殖径路が図示された。

文　　献

1. Yoshimi Morita：Distribution of copper and zinc in various phases of the earth materials. The Journal of Earth Science Nagoya Univ. vol. 3 No. 1（1955）
2. 水　産　庁：十和田湖の漁業権について（第三回中央漁業調整審議会提出資料）（1950）
3. 三原・江口：明治32年（1899）より昭和30年（1955）に至る支笏湖姫鱒親魚（O. nerka）の体長，体重，肥満度の出現並びにその変動に対する一考察，水孵試 10，12，（1955）
4. 三原・江口：明治32年（1899）より昭和30年（1955）に至る支笏湖姫鱒（O. nerka）の各年次に於ける平均体長と平均採卵数との関係について，水孵試 12，（1957）
5. 松井・和井内：姫鱒 *Oncorhynchus adonis*（Jordan et Mc Gregor）の孕卵数の逓減現象及び卵巣の不相称に就いて．科学 6，（1936）

十和田湖に棲息している魚類

疋田豊彦　谷口定利
（北海道さけ・ます・ふ化場）（水産庁・十和田湖ふ化場）

A List of Fishes known to inhabit in Towada Lake, northern Honshiu, Japan.

Toyohiko HIKITA and Sadatoshi TANIGUCHI
(Hokkaido Salmon Hatchery) (National Towada Lake Hatchery)

This is a brief note on the fishes which have occurred in recent years, and the history of fishes which have been introduced into Towada lake.

There are 17 species of fishes which have been artificially planted from many localities into the lake. So far as we have examined, there are records of the introduction of the following five species among them : *Oncorhynchus nerka* in 1902, *O. masou* in 1904, *Salmo gairdneri irideus* in 1900, *Cyprinus carpio* in 1884, and *Carassius auratus* in 1892, respectively. Besides of them, brook trout, whitefish, catfish, ayu (probably native to waters around Japan), pond smelt, chum salmon, char and dace have been also introduced into this lake, but the propagation of these species have been unsuccessful. As a result, there occur nine species of fishes in the lake at present and they are as follows : lake-locked blueback salmon (*Oncorhynchus nerka*) and masou salmon (*O. masou*), rainbow trout (*Salmo gairdneri irideus*), char (*Salvelinus pluvius*), carp (*Cyprinus carpio*), crucian carp (*Carassius auratus*), eel (*Anguilla japonica*), freshwater sculpin (*Cottus pollax*), and goby (*Rhinogobius similis*).

In conclusion, it is necessary to carry out further limnological study of the lake togathered with the ecological study of known fishes in this lake. Hereafter the suitable forms of fish should be introduced into the lake for the highly productive utilization.

十和田湖は青森・秋田の両県に跨がり，東北地方を縦走する奥羽火山系中にある数多くの大小湖沼の内，最も北部にある大きなカルデラ湖である。同湖は海抜 400m の高さにあり，湖水の最深部は 334m で，その周囲は約 47km のほぼ正方形に近い型をしており，その東南岸より湖中に御倉・中山の両半島が突出して一層この湖に美観を加えている。湖に流入する河川としては宇樽部川，神田川，大川，銀山川及び北西岸には狭小な諸溪流がある一方奥入瀬川はこの湖水唯一の排水河川で，青森県の八戸附近で太平洋に注いでいる。

この交通不便な清冽な湖に在来より棲息していた動物といえば，両棲類のイモリ（*Triturus pyrrhogaster*）と甲殻類のサワガニ（*Potamon* (*Geothelpusa*) *dehanni*）位のもので，魚類は棲息しないと云われていたから，早くから湖畔に居住する住民の蛋白源補給の一路として，この湖水を利用することを考え，嘗て十和田湖に棲息しなかつたヒメマスを初め約 20 種内外の魚類，水産動物を移殖放流し，これが増殖を図つたのであるが，その結果は或種では成功し，又或種のものは失敗に終つて現在に至つているのである。

一般的に我が国の湖沼に就いて最近まで湖沼学，地質学上から研究された業績はかなりあるが，湖沼の魚類に関してはその組成が比較的に単純なのにもかかわらず，それ程充分には調べられていないように思われる。とい

北海道さけ・ます・ふ化場研究業績第 146 号

うのは湖沼の地理的な位置によつて大いに異なるばかりでなく，これ等湖沼に在来から棲息している魚類に加え，その後種々の理由で，生産的に活用する必要上数多くの魚類及び水産動物を盛んに移殖し，或いは湖沼相互間で大いに移殖を行つて，その当時の移殖元とか，移殖後の各種の成果等に関する充分詳細な記録が少ないため，それ等の沿革経緯を現在正確に把握することが極めて困難であるということが，その理由の一つではないかと考えられる。湖沼への魚類の移殖，増殖というものは，その時代々々の趨勢に応じて大いに異なつていたし，今後も色々変転を繰返して行くものと思うので，著者等はこの報告で，未だ充分とはいえないが，一応現在棲息している魚類だけについて簡単に取り纒めた次第である。尚この中で，このたび採集されなかつた魚種でも，確実に棲息していることが明らかなものは附け加えることにした。

最初に現在十和田湖で発見される魚種名を列記すると次の如くである。

サ　ケ　科　Salmonidae
　サ　ケ　属　Oncorhynchus
　　＊ヒ　メ　マ　ス　*Oncorhynchus nerka* (Walbaum)
　　＊サクラマス（マス）*Oncorhynchus masou* (Brevoort)
　ニジマス属　Salmo
　　＊ニ　ジ　マ　ス　*Salmo gairdneri irideus* Gibbons
　イワナ属　Salvelinus
　　＊イ　ワ　ナ　*Salvelinus pluvius* (Hilgendorf)
コ　イ　科　Cyprinidae
　コ　イ　属　Cyprinus
　　＊コ　　イ　*Cyprinus carpio* (Linné)
　フ　ナ　属　Carassius
　　＊フ　　ナ　*Carassius auratus* (Linné)
ウナギ科　Anguillidae
　ウナギ属　Anguilla
　　＊ウ　ナ　ギ　*Anguilla japonica* Temminck and Schlegel
カジカ科　Cottidae
　カジカ亜科　Cottinae
　カジカ属　Cottus
　　＊カ　ジ　カ　*Cottus pollex* (Günther)
ハ　ゼ　科　Gobiidae
　クモハゼ亜科　Gobiinae
　ヨシノボリ属　Rhinogobius
　　＊ヨシノボリ　*Rhinogobius similis* (Gill) Jordan and Snyder

次に移殖された各魚種に就いて記述してみるならば，ヒメマス（姫鱒）—*Oncorhynchus nerka*— 十和田湖のヒメマスも衆知の如くベニマス（ベニサケ）の Lake-locked form で，北海道及び本州の清冷な湖沼に棲息している。この湖には明治 35 年（1902）に北海道支笏湖より魚卵を湖畔子ノ口の簡易な人工孵化場に移殖収容し，翌 36 年（1903）4 月に放流したのが最初である。それ以来その年により数量には変動があつたが，年々ヒメマス卵或いはベニマス卵として，明治 38 年（1905）に子ノ口より生出に移転新設した孵化場（＝和井内孵化場）に，移殖放流すると共に湖で漁獲される魚体より採卵し，人工孵化放流を平行して実施したために，この魚種の繁殖に成功して十和田湖の名産になるまでに至つたのである。現在孵化場ではこの湖のヒメマスの資源維持のために毎年人工孵化放流を行つているのである。この湖のヒメマスの資源が維持されているのは，禁漁期間設定等の調整と人工孵化放流によるとは思われるが，他に当然天然産卵も行われているためと思われるので，今後この湖水のヒメマスの天然産卵床調査を行うと共に種々の角度から生態的研究を行つて，この種を永久に保護したければならないと考えている。調査材料は全長 237mm～356mm の魚体を基礎とした。サクラマス（マス）—*Oncorhynchus masou*— 明治 37 年（1904）に本湾として移殖したものは恐らくこの魚種であろう。この移殖以前より排水河川で

ある奥入瀬川に溯上したこの種を銚子大滝より魚道を作つて湖中に溯上させて繁殖したのであるが，その後この魚種がヒメマスの稚魚を捕食するため，ヒメマス繁殖上有害であるというので，魚道を破壊してしまつたので，それから奥入瀬川のマスは湖に溯上しなくなつたと思われる。現在湖中で大型の成魚が時々捕獲され，宇樽部川にも溯上することが知られている。これは当時湖に入つたものが残存繁殖しているものである。この魚種を湖畔では十和田鱒或いは川鱒と呼びならされている。大形の雄の鼻曲りを「猫鱒」と呼ぶこともある。北海道洞爺湖に於いても，大形なクロマス＝カラスマスと呼ばれているマスが獲られるが，これは湖が相当の広さを持ち，湖中に餌料が豊富で，産卵のために好適な河川或いは湖岸に産卵床があれば，陸封されたものでもかなり大きくなることを大野・安藤（1932）が報告しているので，条件こそ大部異なるだろうが，同じようなことが十和田湖の陸封マスに云い得るであろう。しかしこの点は今後充分研究する必要がある。調査材料は 56.5mm のパール・マークをもつヤマベである。ニジマス（虹鱒或いは日光鱒（？）—十和田湖に於いて)—*Salmo gairdneri irideus*—この魚種は明治 33 年（1900）に日光中宮祠湖より子ノ口の孵化場に移殖し放流されたもので，この湖にマス類を放流した最初の魚種である。その後大正 8 年（1919）にも移殖している輸入種である。北海道及び本州各県で盛んに養殖している。この湖では現在も時々獲られており，子ノ口より北西岸地域に多く棲息しているようである。カワマス（河鱒)—*Salvelinus fontinalis*—明治 33 年（1900）と明治 42 年（1909）の 2 回にわたつて移殖した記録がある輸入種であるが，現在棲息している様子がない。尚湖畔でカワマス（河鱒？或いは川鱒）と呼んでいるのは陸封サクラマスのことである。イワナ（岩魚・嘉魚)—*Salvelinus pluvius*—この魚種は本州各地諸河川の渓流に普通に棲息しているもので，奥入瀬川の渓流にも又棲息している。この湖には古くは安政 2 年（1855）頃に放流し，又その後明治 10 年（1877）頃にも放流を行つている。サクラマスを湖中に溯上させる目的で，銚子大滝に魚道を作つた時にも，奥入瀬川の該魚も湖中に入つたであろうことは充分考えられるし，現在も棲息するため，時々採取されている。この湖に於けるイワナの産卵が湖に注ぐ渓流で行われていると思うが，中々興味ある問題である。コクチマス（小口鱒或いは白鱒)—*Coregonus sp.* (*Coregonus chadary* (?), *C. ussuriensis* (?) or *C. albus* (?), *C. clupeaformis* (?))—アジヤ及びアメリカ両大陸に数種普通種が棲息するが，総て我が国に産しない輸入種である。アメリカのは我が国に大正 14 年（1925）及び大正 15 年（1926）に輸入されている。この湖には昭和 4 年（1929）と昭和 5 年（1930）の 2 回移殖放流された記録があるが，この種が正確に何であつたか明らかでない。現在は発見されていない。コイ（鯉）—*Cyprinus carpio*—明治 17 年（1884）以来数度ならづ移殖放流している。現在は相当大形のものが獲られている。フナ（鮒)—*Carassius auratus*—も金魚と共に明治 25 年（1892）以来放流し，最近フナはかなり漁獲されている。金魚については或る人は捕られると云つているが大いに疑問がある。フナ，コイは元々暖かい水温を好む魚種であるが，これ等は非常に適応性が強いため，この湖にも繁殖するようになつたものであろう。フナの調査材料は全長 53mm～127mm の範囲のものを基礎とした。ナマズ（鯰）—*Parasilurus asotus*—も放流した記録（十和田村史 1955）があるけれども現在発見されないので失敗したのであろう。ウナギ（鰻）—*Anguilla japonica*—嘗て放流したことがあるが，この魚種は降海して海洋で産卵するものであるから，ここで時に大形のものが獲られることがあるので，現在湖に棲息している魚は当時のものが生き残つていたものと考えられる。調査材料は 1958 年 6 月中に採られた全長 103cm の大形魚であつた。トゲウオの一種—Gasterosteidae—この魚種は毎年相坂及び秋田県柴平からコイの稚魚を移殖する際一緒に混入した形跡があるが，見た人が殆どないので現在は棲息していないと思う。コアユ（小鮎)—*Plecoglossus altivalis*—は琵琶湖から，又ワカサギ（鮭)—*Hypomesus olidus*—を霞ケ浦より終戦前に和井内氏が移殖放流したが，両種共失敗に終つている。カジカ（鰍）—*Cottus pollax*—この魚種も本州各河川及び渓流に極く普通な魚種で，現在も普通に発見される。調査材料は全長 55mm～89.5mm の魚体を基礎とした。ヨシノボリ—*Rhinogobius similis*—この種は終戦前大湊海軍要港部で，十和田湖の増殖を行つた時，琵琶湖のフナを移殖した際，この魚種卵が水草に附着して運ばれて，それが繁殖したものである。現在も相当採取されている。調査材料は全長 33mm～45.5mm のものを基礎とした。サケ（鮭）—*Oncorhynchus keta*—明治 38 年（1905）に移殖放流しているが，この魚種は孵出後間もなく降海してしまうので，この種の増殖に失敗したのである。アメマス（雨鱒)—*Salevelinus leucomaenis* (?)—及びウグイ（鯁）—*Tribolodon hakonensis*—も移殖された記録があるが，現在これ等魚種は発見されていない。以上の外に，奥入瀬川下流流域にある現在の相坂養魚場の前身である孵化場に大正 2 年（1913）に農商務省水産局の手を経てアメリカからニジマスを入れ，更にその後昭和 2 年（1927）頃カワマス（河鱒）も移

殖したことがあるが，その時のニジマス卵或いはカワマス卵の中にブラウンマス—(Brown trout) *Salmo trutta* or *S. t. fario* (太西洋鱒)— の卵が混入していたのが，現在繁殖し，ここで多数養殖しているから，今後この増殖を各地で行うと共に，その卵を本州，北海道の湖沼或いは河川に，研究又は遊魚の対称として移殖したならば成功するのではないかと思われる。更に魚類ではないが，甲殻類のスヂエビ Leander paucidens も秋田県の八郎潟から移殖され，現在盛んに繁殖して，湖畔ではこれを相当量漁獲加工しており，最近ではヒメマスと共に十和田湖の名産に数えられている。今後十和田湖観光及び湖畔の発展のためにも，ここに現在棲息する魚類の実態を調査すると共に，更にこの湖沼条件に適する魚族を移殖し，繁殖せしめることは，狭小な我が国の内水面利用の観点からも極めて重要なことと考える。

最後にこの報告を取纏めるにあたり，終始懇切な御教示，御助言を頂き，且十和田湖に関する資料を御貸し下された前十和田湖ふ化場長，現北海道さけ・ます・ふ化場調査課研究員徳井利信氏，北海道立水産孵化場次長三原健夫氏及び事業係佐々木与吉氏並びに調査材料採集に協力頂いた十和田湖ふ化場有谷行丘，島脇貞雄の各氏に対し深甚なる謝意を表する次第である。

参　考　文　献

青柳兵司　1957：日本列島産淡水魚類総説　大修館　1～272頁
Horie Shoji 1957 : Topographic features around Lake Towada. Towada National Hatchery PP. 1—8
農林省水産局　1926：水産増殖調査書　第1冊　魚類放流事業　1～84頁
岡田弥一郎・中村守純　1950：日本の淡水魚類　日本出版社　1～208頁
大田寛造　十和田湖及び蔦沼養魚沿革小記（自筆記録）
大野磯吉・安藤嘉三郎　1932：洞爺湖のマスに就いて　鮭鱒彙報　第4巻　第1号　5～8頁
大野磯吉　1933：北海道産サクラマスの生活史　鮭鱒彙報　第5巻　第2号～第3号　15～26頁及び13～25頁
水産庁十和田湖ふ化場　1950：十和田湖の漁業権について　1～25頁
十和田町役場　1955：十和田村史　下巻　308～378頁

鮭鱒稚魚標識放流試験（Ⅳ）
鮭標識魚の再捕結果（昭和32年度）*

坂野栄市　三浦巖

Marking Experiments of Young Salmon in Hokkaido (Ⅳ). Results observed in 1957.

Ei-ichi SAKANO and Iwao MIURA

まえがき

前年に引続いて，昭和32年度中の鮭標識魚の，再捕結果をまとめた。標識魚として再捕報告を受けたものの中から，放流河川を判断する場合などの判定基準は前年までと同様である。

標識魚の発見，報告には本年も各方面の多くの方々のなみなみならない御協力をいただいた。取まとめにあたつて，これらの方々に，心からの敬意と謝意を表する。なお，鱗の年令査定には，調査課，阿部技官をわずらわした。附記して謝意を表する。

再捕結果について

昭和32年度中に，沿岸及び河川でとられた標識鮭として報告されたものは，合計3,726尾であつた。これらを，現行の判定基準にもとづいて（a）放流河川の判明したもの，（b）放流河川の推定されるもの，及び（c）手掛りのないもの，の三つに分けた。これらを再捕場所別にまとめると，表の通りである。前記の（a）に相当するものは，放流河川をそのまま記入した。（b）に相当するものは，放流河川名の下に〝?〟を附した。（c）に相当するものは，放流河川欄を〝?〟とした。

表中，常呂川の放流欄に括弧した数字は，鱗の添付がなくて，年令査定だけが出来なかつたものの数である。これは，現行の基準では，放流河川〝?〟の欄に入るのであるが，参考までに，ここにぬき出したものであつて，この点だけが，現行の例と違えたところである。

昭和32年度の再捕結果の特徴的なことは，常呂川放流分の再捕が著しいことである。これは，昭和31年度に再捕された3年回帰群と同じ発生年のものである。今一つ特徴的なことは，前記の（c）に相当するものの数が非常に多いことである。これは，天然での，鰭或は鰓蓋などの欠損の問題，更には，稚魚の標識試験そのものにも関連する資料であるが，このようなことについては，前記の（b）に相当するものの，標識魚資料としての信頼性とともに，今後機会をみてふれる予定である。

---

* 日本水産学会北海道支部大会（33年11月余市）で要旨を発表した。

標識鮭の放流河川（推定を含む）別，再捕場所別の再捕数（昭和 32 年度）

再捕場所 ＼ 放流河川（年令）	常呂川 (IV)	千歳川 (III)	暑寒別川 (IV)	相坂川 (III)	千歳川 (?) (III)	千歳川 (?) (V)	暑寒別川 (?) (IV)	相坂川 (?) (III)	三面川 (?) (III)	三面川 (?) (IV)	三面川 (?) (V)	月光川 (?) (V)	織笠川 (?) (III)	信濃川 (?) (III)	?	計
石狩及厚田浴岸	–	5	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	66	72
石狩川	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	44	47
千歳川（石狩川）	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	5
浜益浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7	7
増毛浴岸	(2)	8	–	–	–	–	–	2	5	–	–	–	–	–	57	74
天塩浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	2
天塩川岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	3
稚内浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	24	24
徳志別浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4
雄武浴岸	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15	16
興部浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	8	9
紋別浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9	9
湧別浴岸	47 (2)	–	–	–	6	1	2	–	–	1	1	–	–	–	174	234
湧別川	(1)	–	–	–	5	–	1	14	10	6	3	4	9	3	145	201
佐呂間浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	17	17
常呂浴岸	443(385)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	259	1,087
常呂川	191 (46)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	126	363
網走浴岸	479(124)	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	34	638
網走川	1	–	–	–	1	–	2	–	–	–	–	–	–	–	18	22
藻琴川	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
藻琴湖内	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
斜里浴岸	228 (35)	–	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	149	416
斜里川	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2
ウトロ浴岸	12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	21	33
岩尾別浴岸	46 (23)	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	74	144
羅臼浴岸	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
羅臼川	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2
植別川	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	2
崎無異川	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4
薫別川	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	5
標津浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1
標津川	–	–	–	–	–	1	3	–	–	–	–	–	–	1	101	106
茶志骨浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	–	–	–	–	5	8
当幌川	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7	7
春別川	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1
西別川	–	–	–	–	–	5	–	1	–	–	–	–	–	–	55	61
根室浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8	8
風蓮川	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1
別海川	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6	6
雪裡川	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12	12
十勝川	–	–	–	–	–	1	2	2	–	–	–	1	–	–	51	57
十勝川（十勝川）	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1
大津浴岸	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	4
静内川	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1
伊達浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1
長万部浴岸	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4
山形県	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
計	1,453(618)	17	2	1	17	9	11	19	17	9	4	5	10	4	1,530	3,726

* この欄の括弧内の数字については本文参照。

北海道支笏湖に於ける動物プランクトンの垂直分布の季節的変化

黒萩　尚　佐々木正三

Seasonal Changes of Vertical Distribution of Zooplankton in Lake Shikotsu, Hokkaido.

Takashi KUROHAGI and Shozo SASAKI

Summary

1) The vertical distribution of principal species of zooplankton was observed by means of offshore vertical hauling of net for each layer of Lake Shikotsu, a large and deep oligotrophic lake in Hokkaido, in the daytime during the period from March of 1955 to August of 1956.

2) *Daphnia longispina* var. *hyalina* was commonly distributed in the depth of 0—50 m during June-December, and 20—100 m in March and April, and its maximum population was in the layer of 10—30 m through June, Aug. and October, 20—40 m in December and March, and about 50 m in March and April.

3) *Bosmina longirostris* was distributed in the layer of 0—40m, and the abundant population was in the layer of 10—20 m in August.

4) *Scapholeberis mucronata*, *Acanthodiaptomus pacificus* and Nauplius of Copepoda were distributed in the layer of 0- 10 or 20 m in spring and summer.

5) The maximum distribution of *Synchaeta oblonga*, a rotifera, was in the layer of 30—50 m in March, 10—20 m in April and 40—60 m in June and August. Moreover the secondary maximum layer was found in 75—100 m layer in April, and 100—150 m layer in June.

1

筆者の一人黒萩は支笏湖で1952年(昭和2年)5月以降，この湖の主要生産物である姫鱒の生長，生存の状態とプランクトンの発生状況との関係を見るため湖内の沖部の一定点でプランクトンの出現状況の変動を観察し続けており，1957年(昭和32年)6月に至る間のその変動状態は，すでに報告した通りであるが(黒萩，1957)，その際1955年(昭和30年)3月下旬より1956年(昭和31年)8月下旬の間，同定点に於いて湖沼生産の研究の基礎として必要である主要プランクトンの日中垂直分布の状況を観察した。今回は得られた結果より主要動物プランクトン各種について報告する。なお本湖のプランクトンの垂直分布については甲殻類の種類に関して小久保(田中館，1925)，林及び名取(1932)，上野(1933)，元田(1943, 1948, 1953)が，又，夏期のプランクトン種の全般について田村及び富士(1949)がそれぞれ報告しているが，全て6月から10月にかけて，又はその中の一時期についてで湖の春秋の循環期や冬期間の観察はないが，今回の観察にはそれらの時期の状態も含まれている。本文に入るに先だち観察に種々の便宜及び助言を与えられた当場調査課長佐野誠二氏，同千歳支場長柴田幸一郎氏，並びに採取に助力を

北海道さけ・ます・ふ化場研究業績第148号

与えられた当場支笏湖事業所阿部春三，遠藤喜久治両氏の各位に深く感謝する。

2

採集地点は Fig. 1 の Station で，深度 150 米乃至 200 米から表層までを各層別に垂直に採集した。採集に使用した閉鎖ネット（closing net）は上方に上部口径 20 糎，長さ 40 糎の截頭円錐形のキャンバスを有し下部のネットの口径 30 糎，長さ 70 糎の XX 15 篩絹製（150 meshes per Lineal inch）のもので，採集は常に 11.00 時～ 15.00 時の間に行つた。

Fig. 1. Map showing location of Lake Shikotsu and the station at which observations were made.

尚，採集時期，時刻，天候，透明度，水温及び pH の状態は Table 1. Fig. 2 及び Fig. 3 の通りで，水温躍層は 6 月下旬には 0～20 米層に，夏期 8 月下旬には 5 又は 10～30 米層に，10 月下旬には 20～30 米層に形成されており，その他 12 月乃至 4 月の水温の垂直的傾度は非常に少さく，特に 3 月下旬には深層より表層の水温が低い逆列成層の状態であつた。

Table 1. Water temperature. pH and transparency in Lake Shikotsu during March 1955～Aug. 1956.

Year	1955								1956							
Date	III. 26		VI. 30		VIII. 24		X. 22		XII. 20		III. 25		IV. 28		VI. 26		VIII. 27	
Depth (m)	W.T.	pH	W.T.	pH	W.T.	pH	W.T.	pH	W.T.	pH	W.T.	pH	W.T.	pH	W.T.	pH	W.T.	pH
0	2.57	7.3	13.75	7.5	22.38	7.5	11.40	7.5	4.81	–	2.48	–	3.43	–	12.21	7.4	19.33	7.4
5	2.58	7.4	12.05	7.5	21.77	7.5	11.40	–	4.78	–	–	–	3.40	–	10.24	7.4	17.30	7.4
10	2.54	7.4	10.97	7.4	14.87	7.4	11.40	–	4.72	–	2.50	–	3.33	–	9.01	7.4	17.19	7.3
20	–	–	6.88	7.4	8.52	7.4	11.29	7.5	4.61	–	2.42	–	3.34	–	6.98	7.4	9.72	–
25	2.01	7.4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30	–	–	6.08	7.4	6.08	7.4	7.82	–	4.59	–	2.41	–	3.38	–	6.42	7.4	6.37	7.3
40	–	–	4.88	7.4	5.33	7.4	6.26	–	4.54	–	2.42	–	3.34	–	4.87	7.4	5.63	7.3
50	2.60	7.4	4.53	7.3	4.80	7.4	5.23	7.4	4.32	–	2.42	–	3.34	–	4.68	7.4	4.81	7.3
60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4.41	7.3	–	–
70	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4.28	7.3	–	–
75	–	–	4.25	7.3	4.30	7.4	4.46	–	3.99	–	2.46	–	–	–	–	–	–	–
80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4.20	7.3	–	–
90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4.13	7.3	–	–
100	2.90	7.4	4.00	7.3	4.08	7.4	4.14	7.4	3.96	–	3.18	–	–	–	4.08	7.3	4.03	7.3
150	3.67	7.4	3.82	7.3	3.93	7.4	3.97	7.3	3.87	–	3.61 (159m)	–	–	–	–	–	–	–
200	–	–	3.80	7.3	3.82	7.3	–	–	3.84	–	3.67	–	–	–	–	–	3.88	–
250	–	–	–	–	–	–	3.87	7.3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3.81	–
Transparency(m)	–		20		26		–		23		19		–		21		28	

Fig. 2. Vertical distribution of water temperature of Lake Shikotus in 1955.

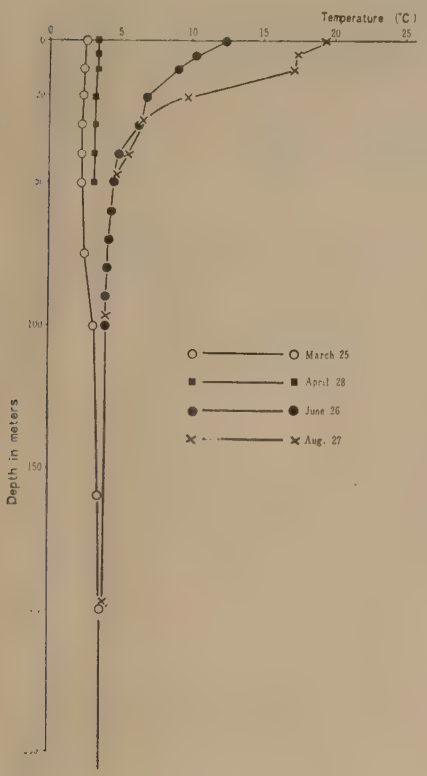
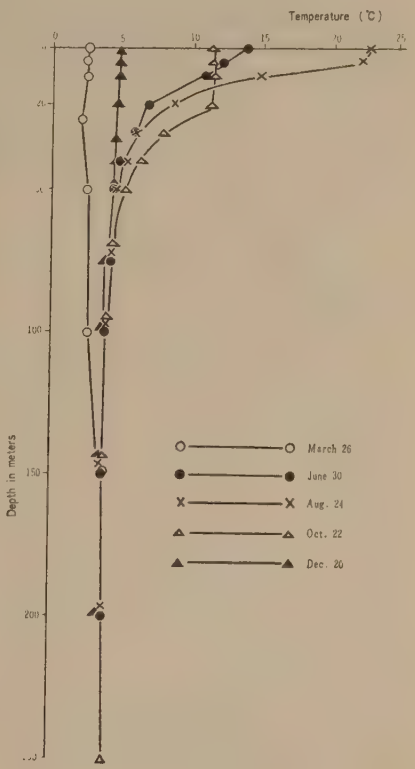


Fig. 3. Vertical distribution of water temperature of Lake Shikotsu in 1956.



3

本湖で知られている動物プランクトン種の中，観察期間中沖部の Station に於いて閉鎖ネットによる各層別垂直採集で見出された動物プランクトン種は合計して次の 8 種である。

Copepoda	*Acanthodiaptomus pacificus* (Burckhardt)
	Cyclops strenuus Fischer
Cladocera	*Daphnia longispina* var. *hyalina* (Leydig)
	Scapholeberis mucronata (O.F. Müller)
	Bosmina longirostris (O.F. Müller)
	Chydorus sphericus O.F. Müller
Rotifera	*Synchaeta oblonga* Ehrenberg
	Polyarthra trigla Ehrenberg

その中全期間を通じて垂直分布の状態を知るに足る量だけ出現を示したのは *Daphnia longispina* var. *hyalina* だけで，その他の種類は一期間に亘つてのみその状態の大要を知り得たにすぎなかつた。(Table 2)

1) *Daphnia longispina* var. *haylina* (Fig. 4)

水温躍層の発達している6月～10月には元田（1943，1948，1953）及び田村，富士（1949）の日中に於ける観察結果と同様，水深50米層以浅に多く最多層は10～30米（大体水温躍層に相当）にあるが12月下旬には50米以浅に多いのは6月～10月と同様であるが最多層は20～40米層となり，4月下旬には水深30～150米層に分布し最多層は水深50米層前後に現れている。尚，3月下旬には1955年（昭和30年）は4月下旬とほぼ同様の状態であったが豊年（昭和31年）3月下旬には前記12月下旬と同様，最多層は水深20～40米層に現われ，又，10米以浅には出現せず水深100～150米層にも現われている。即ちこの両3月下旬の状態は12月乃至4月の分布状態の移行型を現していると考えられる。以上の結果から本種の日中垂直分布は6月～12月までは主として50米層以浅に分布しているが3月乃至4月には幾分深層に移行し10乃至30米層から100乃至150米層にも及ぶ。又最多層は6月～10月には10～30米層にあるが12月～3月には20～40米層に3月～4月には50米層前後に現れて居る。

2）*Bosmina longirostris*（Fig. 5）

1955年（昭和30年）夏期8月下旬にのみ観察し得たが，主として水深40米層以浅に分布し最多層は10～20米層（水温躍層に相当）であった。元田（1948，1953）は10月本湖で日中の最多層は晴天，曇天にかかわらず20～25米層に現れている事を見出している。

3）*Scapholeberis mucronata, Acanthodiaptomus pacificus* 及び橈脚類の Nauplius

これ等の種類は大体春～秋にかけて比較的小数ながら見出されたが *Scapholeberis mucronata*（Fig. 6）は小久保（田中館，1925），上野（1931），元田（1948，1953），田村，富士（1949）の報告と同様，今回の観察でも大体表層に於いて見出された。*Acanthodiaptomus pacificus*（Fig. 7）は本湖では春～秋に発生し，年により多量に出現する事のある重要種であるが，この観察の2カ年は比較的貧弱な出現であった。本種は本湖で顕著な日周垂直移動を行う事が知られて居り，日中に於ける垂直分布は元田（1953）及び田村，富士（1949）は25米層以浅に多い事を見出している。今回の観察では常に0～10米層が最多であった。又，出現した橈脚類の Nauplius（Fig. 8）のはその出現状況より *A. pacificus* のそれであろうと考えられるが，小久保（田中館 1925）はこれの日中垂直分布に就て出現初期の5月頃は殆ど上下均等であるが6月に入ると表層に少なくなり7月に入ると表層に殆ど表われないと述べている。今回の観察では大体常に0～20米層に見出された。

4）*Synchaeta oblonga*

輪虫類で日中垂直分布の状態を観察し得たのは本種だけであるが夏季停滞期に当る6月及び8月には水温躍層より遥か下層の40～60米層附近に多数群集し，冬季停滞期の状態を示している3月下旬に30～50米層に，4月下旬には10～30米層に最多層が存在し，更に興味深いことは4月下旬には75～100米層に6月下旬には100～150米層に第2次の最多層が認められる事である。

4

1）本報告は1955年（昭和30年）3月下旬より1956年（昭和31年）8月下旬の間，北海道支笏湖の神部に於いての主要動物プランクトン数種の日中垂直分布の観察結果である。

2）主要種の日中垂直分布の季節的状態は次の通りである。

① *Daphnia longispina* var. *hyalina*

主として6月～12月は深度50米層以浅に，3月～4月には20又は30～100米層に分布し，最多層は6月～10月は10～30米層に，12月～3月には20～40米層に，4月頃には50米層附近に出現した。

② *Bosmina longirostris*

夏期8月に主として深度40米層以浅に分布し最多層は10～20米層に出現した。

③ *Scapholeberis mucronata, Acanthodiaptomus pacificus* 及び橈脚類の Nauplius

いずれも大体春から秋にかけて20米以浅に主として出現した。

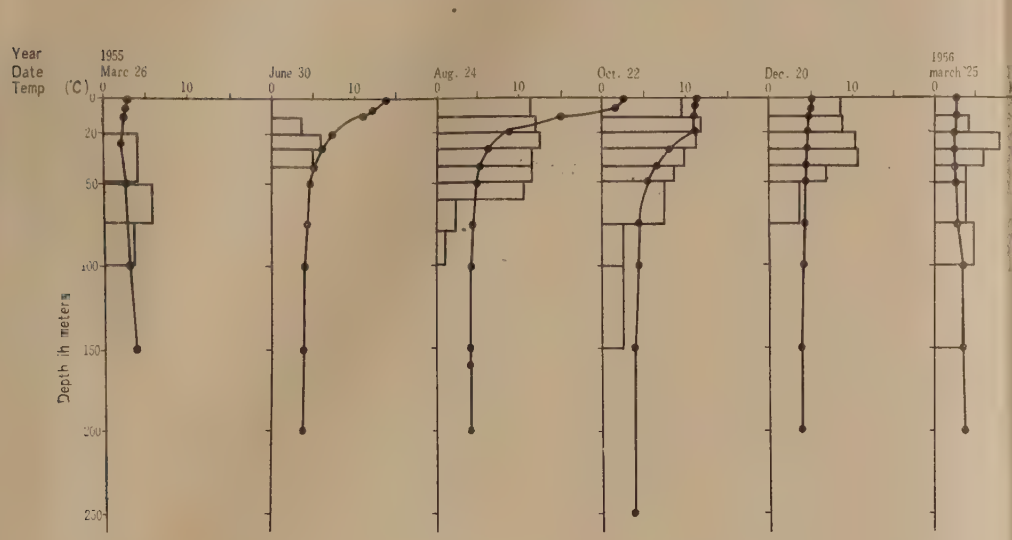
④ *Synchaeta oblonga*

主として3月下旬には30～50米層に，4月下旬には10～30米層に6月～8月には40～60米層に最多層が認められたが4月下旬には75～100米層に6月下旬には100～150米層にそれぞれ2次最多層が形成されていた。

文　　献

1. Hayashi T. and B. Natori, 1932：On the vertical distribution of *Diaptomus denticornis* Wierzejsky var. *yezoensis* Kokubo in Lake Shikotsu. Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. 12, (2/3), 86—92.
2. 黒萩尚　1957：北海道支笏湖に於けるプランクトン出現状況の経年変動に関する研究（Ⅰ）（昭和27年5月から昭和32年6月までの沖部定点に於けるプランクトンの遷移状況について）北さけふ研報，12，97～110.
3. 元田茂　1943：夏期支笏湖に於ける浮游性甲殻類の周日垂直移動に就て　動雑，55，（2），68～69，
4. 　　－　1948：秋季の支笏湖に於けるプランクトンの垂直分布　動雑，58，(3/5)，69.
5. Motoda, S. 1953.：Observations on diurnal migration of plankton crustaceans in Lake Shikotsu, Hokkaido, and Tsugarujuni, Aomori, and some experiments on photo-and geotropism. Mem. Fac. Fish. Hokk. Univ. 1, (1), 1—56.
6. 田中館秀三　1925：北海道火山湖研究概報
7. 田村正，富士昭　1949：支笏湖のプランクトンの垂直分布　陸水雑，14，（3），133～140，
8. 上野益三　1931：北海道湖沼の枝角類　動雑，43，441～450.

Fig. 4. Vertical distribution of *Daphnia longispina* var. *hyalina* in Lake Shikotsu. Number of plankton indicates individual number per a vertical hauling of net for the layer of 10 m.



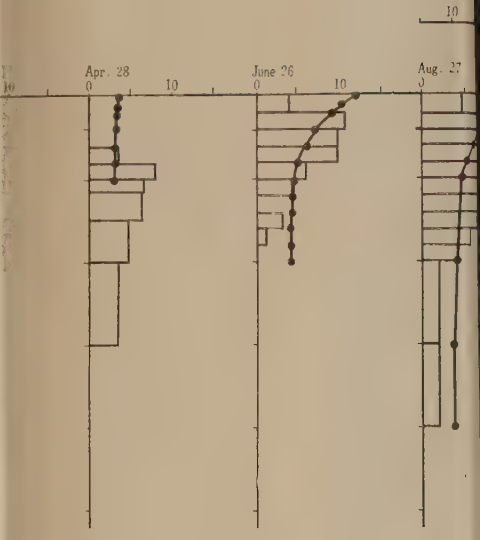


Fig. 7. Vertical distribution of *Acanthodiaptomus pacificus* in Lake Shikotsu. Number of plankton indicates individual number per a vertical hauling of net for the layer of 10 m.

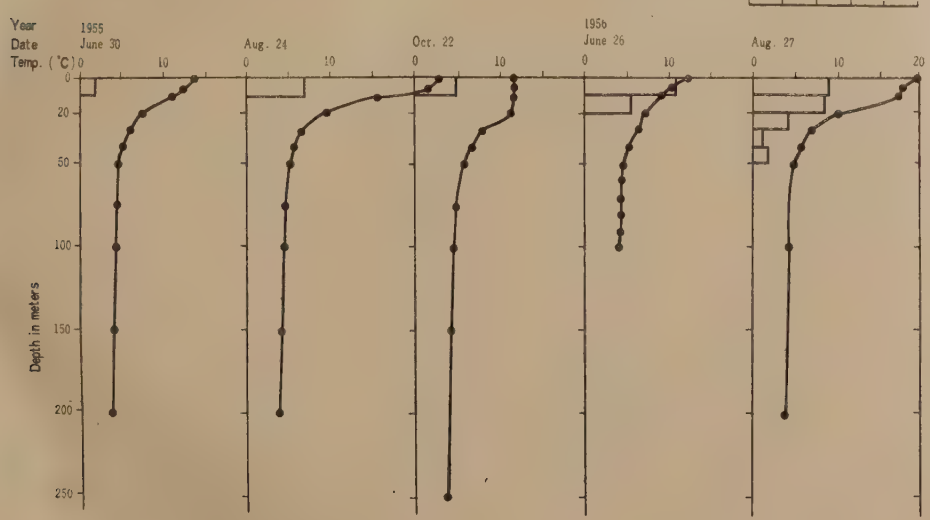


Fig. 8. Vertical distribution of Nauplius of Cop plankton indicates individual number per a verti

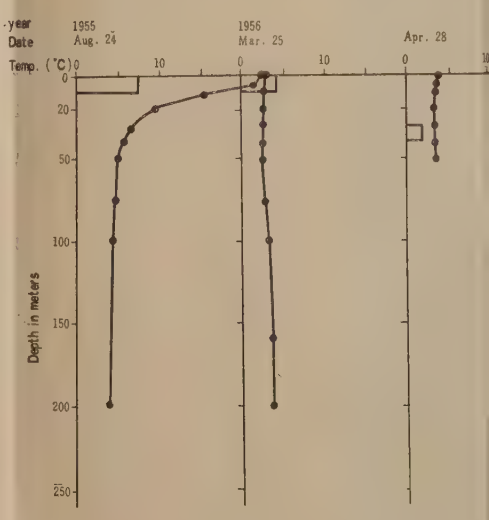


Fig. 5. Vertical distribution of *Bosmina longirostris* in lake Shikotsu. Number of plankton indicates individual number per a vertical hauling of net for the layer of 10 m.

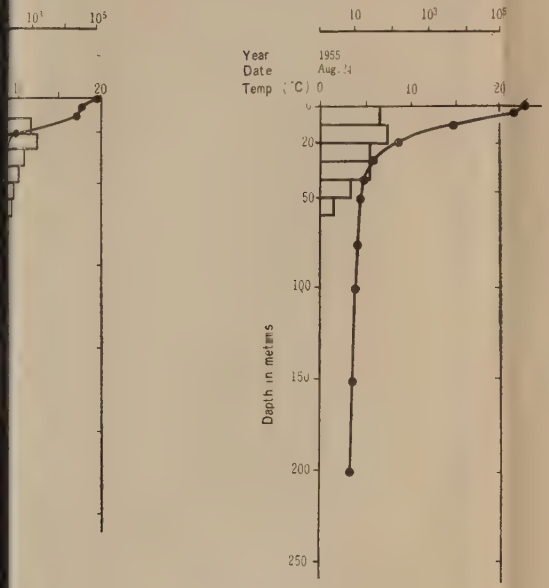
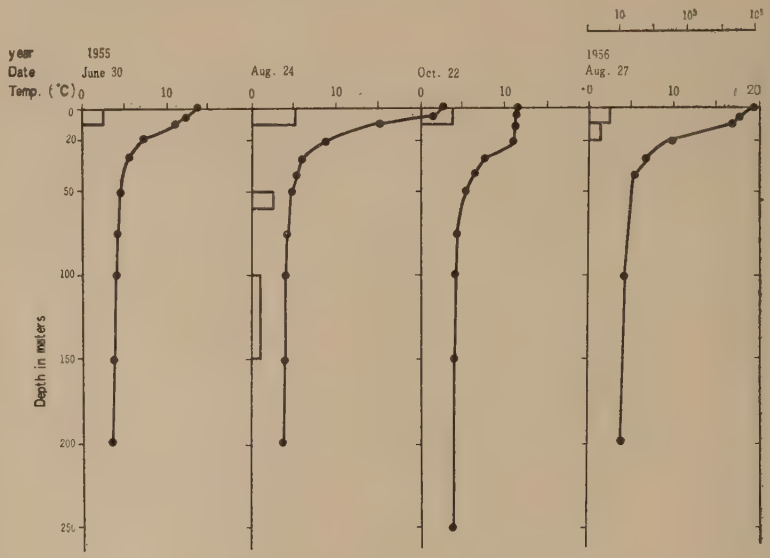


Fig. 6. Vertical distribution of *Scapholeberis mucronata* in Lake Shikotsu. Number of plankton indicates individual number per a vertical hauling of net for the layer of 10 m.



oda in Lake Shikotsu. Number of
l hauling of net for the layer of 10 m.

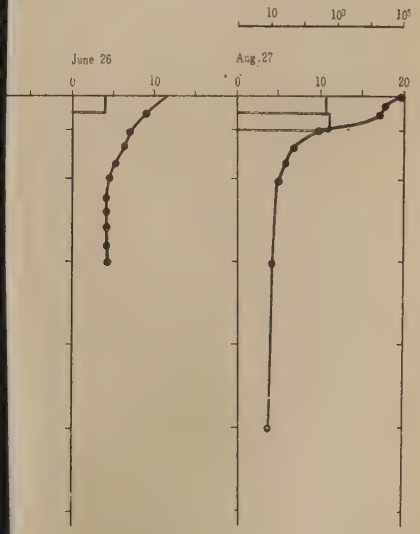


Fig. 9. Vertical distribution of *Synchaeta oblonga* in Lake Shikotsu. Number of plankton indicates individual number per a vertical hauling of net for the layer of 10 m.

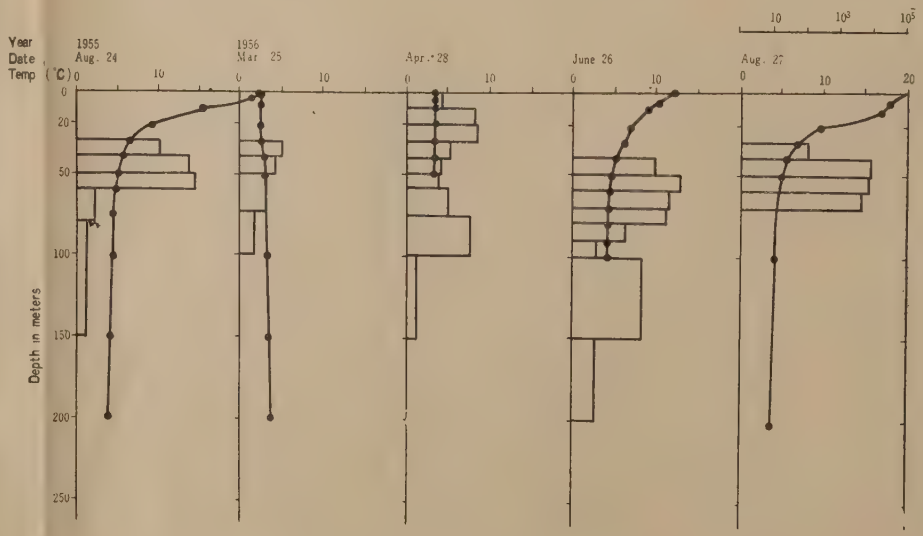


Table 2. Data on the individual number of zooplankton occurring at each depth layer in Lake Shikotsu, Hokkaido, March 1955—Aug. 1956. Number indicates individual number in a vertical hauling of net for each depth layer.

Year	Date	Time	Weather									
1955	Mar. 26	11.00–12.10	light clouds	Hauled distance (m)	0–20	20–50	51–75	70–100	111–150			
				Species *Daphnia*	0	36	64	18	1			
				Species *Bosmina*	0	2	0	0	1			
				Species *Polyarthra*	0	rare	0	0	0			
	June 30	11.20–12.40	light clouds	Hauled distance (m)	0–10	9–20	20–30	30–40	40–50	50–75	81–100	91–150
				Species *Acanthodiaptomus*	3	0	0	0	0	0	0	0
				Species *Daphnia*	1	9	31	19	1	0	0	0
				Species *Scapholeberis*	4	0	0	0	0	0	0	0
				Species *Polyarthra*	rar	0	0	0	0	0	0	0
	Aug. 24	13.00–14.20	heavy clouds	Hauled distance (m)	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–80	80–100	100–150
				Species *Acanthodiaptomus*	52	1	0	0	0	0	0	0	0
				Species Nauplius of Copepoda	76	0	0	0	0	0	2	0	5
				Species *Daphnia*	768	1040	1440	705	720	394	9	4	3
				Species *Scaphpleberis*	21	1	0	0	0	5	0	1	9
				Species *Bosmina*	52	90	24	25	9	3	0	0	1
				Species *Synchaeta*	0	0	0	335	2660	4120	7	4	10
	Oct. 22	13.40–14.50	rain	Hauled distance (m)	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–75	75–100	100–150	150–200
				Species *Acanthodiaptomus*	17	1	0	0	0	0	1	0	0
				Species *Daphnia*	242	968	701	279	142	172	11	18	4
				Species *Scapholeberis*	9	1	1	0	0	0	1	1	0
				Species *Bosmina*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Species *Chydorus*	0	0	0	0	0	0	0	0	1
				Species *Polyarthra*	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Dec. 20	12.40–14.00	heavy clouds	Hauled distance (m)	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–75	75–100	100–150	150–200
				Species *Daphnia*	156	154	388	472	54	19	1	1	2
				Species *Polyarthra*	rare	0	0	0	0	0	0	0	0

Date	Time	Weather												
Mar. 25	12. 10–13. 50	light clouds	Hauled distance (m)	0–10	10–20	20–30	31–40	40–50	47–75	75–100	100–150	150–200		
		Species	*Daphnia*	0	12	112	31	8	21	42	35	0		
			Nauplius of Copepoda	12	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Synchaeta	0	0	0	17	12	18	7	0	0		
Apr. 28	11. 50–13. 20	light clouds	Hauled distance (m)	0–10	10–20	17–30	30–40	40–50	50–58	58–75	75–100	100–150	150–200	
		Species	*Daphnia*	0	0	1	7	88	37	72	32	29	6	
			Nauplius of Copepoda	0	0	1	3	0	0	2	0	0	0	
			Cyclops	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
			Synchaeta	11	110	170	22	12	0	32	210	12	0	
			Polyarthra	0	0	0	0	0	8	0	12	0	0	
June. 26	11. 10–12. 30	light clouds	Hauled distance (m)	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80	80–90	90–100	100–150	150–200
		Species	*Acanthodiaptomus*	552	28	0	0	0	0	1	0	0	7	1	0
			Cyclops	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
			Nauplius of Copepoda	11	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
			Daphnia	11	498	288	274	35	12	1	6	2	1	7	2
			Synchaeta	0	0	0	0	280	1730	740	630	40	rare	610	30
			Polyarthra	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aug. 27	11. 20–13. 00	light clouds	Hauled distance (m)	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	69–80	80–90	90–100	100–150	150–200	200–250
		Species	*Acanthodiaptomus*	170	132	11	2	3	0	1	0	0	0	2	0	0
			Nauplius of Copepoda	492	656	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
			Daphnia	24	790	1296	512	368	226	182	87	29	11	15	16	1
			Scapholeberis	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Synchaeta	0	0	0	440	9400	8200	4700	rare	rare	rare	0	0	0

Remarks :

Acanthodiaptomus	: *A. pacificus*	*Bosmina*	: *B. longirostirs*
Cyclops	: *C. strenuus*	*Chydorus*	: *C. spericus*
Daphnia	: *D. longispina* var. *hyalina*	*Polyarthra*	: *P. trigla*
Scapholeberis	: *S. mucronata*	*Synchaeta*	: *S. oblonga*

昭和34年2月20日 印刷
昭和34年2月27日 発行

非 売 品

発行者　荒 井 定 治

発行所　北海道さけ・ます・ふ化場
札幌市外中の島

印刷所　中西写真製版印刷株式会社

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
HOKKAIDO SALMON HATCHERY

No. 13 1959

Kobayashi, T. : Age determination of chum salmon in the Northern Pacific Ocean during the early parts of fishing season. ..... (1)

ōkubo, S. : Some knowledges on the growth and conditions of gonad of pink salmon in the North Pacific Ocean. ..... (11)

Sakano, E. : Estimation and its accuracy of the number of eggs and fry of chum salmon in artificial hatching ..... (23)

Nishida, H. : A preliminary report on the relation of blastoderm and vacuoles secreting ketoenol substance in the course of salmon development. ..... (29)

Tokui, T. : Studies on the kokanee salmon in Lake Towada, northern Honshû, Japan (I). ..... (35)

Hikita, T. and S. Taniguchi : A list of fishes known to inhabit in Towada lake, northern Honshiu, Japan. ..... (45)

Sakano, E. and I. Miura : Marking experiments of young salmon in Hokkaido (IV). Results observed in 1957. ..... (49)

Kurohagi, T. and S. Sasaki : Seasonal change in the vertical distribution of the zooplankton in Lake Shikotsu, Hokkaido. ..... (51)